

**ỦY BAN NHÂN DÂN TỈNH BÀ RỊA – VŨNG TÀU**  
**TRƯỜNG CAO ĐẲNG KỸ THUẬT CÔNG NGHỆ**



**GIÁO TRÌNH**  
**MÔ ĐUN ĐO LƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**  
**NGHỀ ĐIỆN TỬ CÔNG NGHIỆP**  
**TRÌNH ĐỘ TRUNG CẤP**

*Ban hành kèm theo Quyết định số: /QĐ-CDKTCN... ngày..... tháng.....năm  
..... của Hiệu trưởng trường Cao đẳng kỹ thuật công nghệ BR-VT*

***Bà Rịa – Vũng Tàu, năm 2020***

## **TUYÊN BỐ BẢN QUYỀN**

Tài liệu này thuộc loại sách giáo trình nên các nguồn thông tin có thể được phép dùng nguyên bản hoặc trích dùng cho các mục đích về đào tạo và tham khảo. Mọi mục đích khác mang tính lệch lạc hoặc sử dụng với mục đích kinh doanh thiếu lành mạnh sẽ bị nghiêm cấm.

## LỜI GIỚI THIỆU

Để thực hiện biên soạn giáo trình đào tạo nghề Cơ điện tử ở trình độ Cao đẳng, giáo trình Đo lường Điện – Điện tử là một trong những giáo trình mô đun môn học đào tạo chuyên ngành được biên soạn theo nội dung chương trình khung được hiệu trưởng trường cao đẳng KTCN phê duyệt. Nội dung biên soạn ngắn gọn, dễ hiểu, tích hợp kiến thức và kỹ năng chặt chẽ với nhau, logic.

Khi biên soạn, tác giả biên soạn đã cố gắng cập nhật những kiến thức mới có liên quan đến nội dung chương trình đào tạo và phù hợp với mục tiêu đào tạo, nội dung lý thuyết và thực hành được biên soạn gắn với nhu cầu thực tế trong sản xuất đồng thời có tính thực tiễn cao.

Trong quá trình sử dụng giáo trình, tùy theo yêu cầu cũng như khoa học và công nghệ phát triển có thể điều chỉnh thời gian và bổ sung những kiến thức mới cho phù hợp. Trong giáo trình, chúng tôi có đề ra nội dung thực tập của từng bài để người học cũng cố và áp dụng kiến thức phù hợp với kỹ năng.

Mặc dù đã cố gắng tổ chức biên soạn để đáp ứng được mục tiêu đào tạo nhưng không tránh được những khiếm khuyết. Rất mong nhận được đóng góp ý kiến của các thầy, cô giáo, bạn đọc để nhóm biên soạn sẽ hiệu chỉnh hoàn thiện hơn. Các ý kiến đóng góp xin gửi về Trường Cao đẳng KTCN - BRVT, KP Thanh Tân – TT Đất Đỏ - BRVT

*Đất đỏ ngày tháng năm 2020*

*Tham gia biên soạn*

*Chủ biên: Kỹ sư Nguyễn Hùng*

## MỤC LỤC

<b>GIÁO TRÌNH .....</b>	<b>1</b>
<b>LỜI GIỚI THIỆU.....</b>	<b>3</b>
<b>MỤC LỤC .....</b>	<b>4</b>
<b>Bài 01: ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Khái niệm về đo lường điện .....</b>	<b>7</b>
1.1. Khái niệm về đo lường.....	7
1.2. Khái niệm về đo lường điện.....	7
1.3. Các phương pháp đo .....	7
<b>2. Các sai số và phương pháp hạn chế sai số.....</b>	<b>10</b>
2.1. Khái niệm về sai số.....	10
2.2. Các loại sai số.....	10
2.3. Các phương pháp hạn chế sai số.....	12
<b>Bài 02: SỬ DỤNG VOM.....</b>	<b>13</b>
<b>1. Phân loại và cấu tạo đồng hồ vạn năng.....</b>	<b>13</b>
1.1. Phân loại đồng hồ vạn năng.....	13
<b>2. Đo điện áp một chiều bằng VOM.....</b>	<b>17</b>
<b>3. Đo điện áp xoay chiều (ACV).....</b>	<b>18</b>
<b>4. Đo cường độ dòng điện một chiều: (DC.mA).....</b>	<b>20</b>
<b>5. Đo trị số điện trở bằng VOM.....</b>	<b>21</b>
5.1. Các bước thực hiện .....	21
5.2. Kiểm tra diode.....	22
5.3. Kiểm tra tụ điện.....	22
<b>Bài 03: SỬ DỤNG MÁY HIỆN SÓNG.....</b>	<b>24</b>
<b>1. Phân loại và cấu tạo.....</b>	<b>24</b>
<b>1.1. Giới thiệu Máy hiện sóng: (Oscilloscope).....</b>	<b>24</b>
<b>1.2. Công dụng của Máy hiện sóng .....</b>	<b>24</b>
<b>1.3. Phân loại máy hiện sóng.....</b>	<b>25</b>
<b>1.3.1. Máy hiện sóng tương tự .....</b>	<b>25</b>
<b>1.3.2. Máy hiện sóng số.....</b>	<b>26</b>
1.3.3. Các nút chức năng ở mặt trước của máy hiện sóng.....	27
1.3.4. Các nút chức năng ở mặt sau của máy hiện sóng .....	28
1.3.5. Thiết lập chế độ hoạt động và cách khởi động .....	28

2. Nguyên lý hoạt động .....	29
3. Đo các dạng sóng .....	29
3.1. Đo điện áp dc .....	29
3.2. Đo điện áp ac.....	30
3.3. Đo tần số .....	30
<b>Bài 4: LẮP ĐẶT ĐỒNG HỒ ĐO ĐIỆN ÁP VÀ DÒNG ĐIỆN .....</b>	<b>34</b>
<b>1. Đo điện áp.....</b>	<b>34</b>
1.1. Nguyên lý đo điện áp. ....	34
1.2. Mở rộng thang đo Vôn mét.....	35
1.3. Đo điện áp xoay chiều (AC.V). ....	38
1.4. Đo điện áp một chiều (DC.V) .....	40
<b>2. Đo dòng điện.....</b>	<b>41</b>
2.1. Nguyên lý đo dòng điện.....	41
2.2. Mở rộng thang đo ampe mét.....	42
2.3. Đo dòng điện xoay chiều (AC).....	45
2.4. Đo dòng điện một chiều (DC).....	47
<b>Bài 5: LẮP ĐẶT ĐỒNG HỒ ĐO TẦN SỐ VÀ CÔNG SUẤT .....</b>	<b>49</b>
<b>1. Đo tần số.....</b>	<b>49</b>
1.1. Khái quát chung .....	49
1.2. Các phương pháp đo tần số.....	49
<b>1.3. Lắp đặt đồng hồ đo tần số kế.....</b>	<b>53</b>
1.3.1. Vị trí lắp đặt tần số kế.....	53
1.3.2. Các bước lắp đặt tần số kế.....	53
<b>2. Đo công suất.....</b>	<b>54</b>
2.1. Khái quát chung .....	54
2.2. Nguyên lý đo công suất. ....	54
2.3. Đo công suất 1 pha.....	54
2.4. Đo công suất 3 pha.....	55
<b>1. Lắp đặt máy biến điện áp .....</b>	<b>60</b>
1.1. Cấu tạo máy biến điện áp.....	60
1.2. Nguyên lý làm việc của máy biến điện áp.....	61
1.3. Lựa chọn máy biến điện áp.....	61
1.4. Lắp đặt máy biến điện áp.....	61
<b>2. Lắp đặt máy biến dòng điện.....</b>	<b>62</b>
2.1. Cấu tạo máy biến dòng điện. ....	62
2.2. Nguyên lý làm việc của máy biến dòng điện.....	63
2.3. Lựa chọn máy biến dòng điện.....	63
2.4. Lắp đặt máy biến dòng điện.....	64
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</b>	<b>66</b>

## GIÁO TRÌNH MÔ ĐUN

**Tên mô đun: ĐO LƯỜNG ĐIỆN - ĐIỆN TỬ**

**Mã mô đun: MĐ 12**

**Vị trí, tính chất, ý nghĩa và vai trò của môn học/mô đun:**

- Vị trí: Mô đun này học sau các môn học: An toàn lao động, Kỹ thuật điện và được học trước các mô đun như Kỹ thuật điện tử, Kỹ thuật cảm biến..

- Tính chất: Là mô đun chuyên ngành quan trọng trong chương trình đào tạo nghề Cơ điện tử

- Ý nghĩa: Là mô đun cơ sở để học các mô đun chuyên ngành

**Mục tiêu mô đun:**

- Về kiến thức:

+ Định nghĩa được các khái niệm về đo lường, đo lường điện.

+ Phân tích các dạng sai số trong đo lường

+ Phân tích cấu tạo, phân loại đồng hồ VOM

+ Phân tích phương pháp sử dụng VOM để đo điện áp, dòng điện và dòng điện một chiều

+ Phân tích cấu tạo, phân loại và nguyên lý hoạt động của máy hiện sóng

+ Phân tích phương pháp sử dụng máy hiện sóng để đo các dạng sóng

+ Phân tích nguyên lý đo điện áp và đo dòng điện

+ Phân tích nguyên lý đo công suất và đo tần số

+ Phân tích nguyên lý máy biến điện áp và máy biến dòng điện

+ Phân tích cách lựa chọn các thiết bị đo

+ Giải thích được các sơ đồ nguyên lý của các mạch đo điện áp, dòng điện, tần số và công suất.

- Về kỹ năng:

+ Lựa chọn chính xác được các thiết bị đo cho các đại lượng điện cơ bản.

+ Lắp đặt được các đồng hồ đo các đại lượng điện cơ bản đúng yêu cầu kỹ thuật.

+ Sử dụng được các đồng hồ đo, kiểm tra các thiết bị/ khí cụ điện

+ Gia công kết quả đo nhanh chóng, chính xác.

+ Bảo quản đồng hồ đo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.

+ Đảm bảo an toàn cho người và thiết bị.

- Về năng lực tự chủ và trách nhiệm:

+ Thực hiện tốt các công việc trên độc lập hoặc phối hợp làm việc nhóm một cách hiệu quả và có tinh thần trách nhiệm cao với công việc

+ Nhanh nhẹn, cẩn thận, ngăn nắp trong quá trình thực hiện

**Nội dung mô đun:**

## Bài 01: ĐẠI CƯƠNG VỀ ĐO LƯỜNG ĐIỆN

### Giới thiệu:

Bài 01 trình bày khái niệm đo lường, các phương pháp đo và các dạng sai số, cách hạn chế sai số trong đo lường.

### Mục tiêu:

- + Phân tích khái niệm về đo lường, đo lường điện.
- + Phân tích các loại sai số đo và hạn chế được các loại sai số đo.
- + Rèn luyện tính chính xác, chủ động, nghiêm túc trong công việc.

### Nội dung:

## 1. Khái niệm về đo lường điện

### 1.1. Khái niệm về đo lường.

Trong quá trình nghiên cứu khoa học nói chung và cụ thể là từ việc nghiên cứu, thiết kế, chế tạo, thử nghiệm cho đến khi vận hành, sửa chữa các thiết bị, các quá trình công nghệ... đều yêu cầu phải biết rõ các thông số của đối tượng để có các quyết định phù hợp. Sự đánh giá các thông số quan tâm của các đối tượng nghiên cứu được thực hiện bằng cách đo các đại lượng vật lý đặc trưng cho các thông số đó. **Đo lường là một quá trình đánh giá, định lượng về đại lượng cần đo để có kết quả bằng số so với đơn vị đo.**

Kết quả đo lường ( $A_x$ ) là giá trị bằng số, được định nghĩa bằng tỉ số giữa đại lượng cần đo ( $X$ ) và đơn vị đo ( $X_o$ ):

$$A_x = X/X_o. \quad (1.1)$$

Từ (1.1) có phương trình cơ bản của phép đo:  $X = A_x \cdot X_o$

Chỉ rõ sự so sánh  $X$  so với  $X_o$ , như vậy muốn đo được thì đại lượng cần đo  $X$  phải có tính chất là các giá trị của nó có thể so sánh được, khi muốn đo một đại lượng không có tính chất so sánh được thường phải chuyển đổi chúng thành đại lượng có thể so sánh được.

Ví dụ: đo được dòng điện  $I = 5A$ , có nghĩa là: đại lượng cần đo là dòng điện  $I$ , đơn vị đo là A(ampe), kết quả bằng số là 5.

### 1.2. Khái niệm về đo lường điện.

Đo lường điện là một quá trình đánh giá định lượng về các đại lượng điện (điện áp, dòng điện, điện trở, điện dung, điện cảm, tần số, công suất, điện năng, hệ số công suất...) để có kết quả bằng số so với đơn vị đo.

### 1.3. Các phương pháp đo

#### Định nghĩa:

Phương pháp đo là việc phối hợp các thao tác cơ bản trong quá trình đo, bao gồm các thao tác: xác định mẫu và thành lập mẫu, so sánh, biến đổi, thể hiện kết quả hay chỉ thị.

#### Phân loại:

Trong thực tế thường phân thành hai loại phương pháp đo:

- o Phương pháp đo biến đổi thẳng.
- o Phương pháp đo so sánh.

### 1.3.1 Phương pháp biến đổi thẳng.

- **Định nghĩa:**

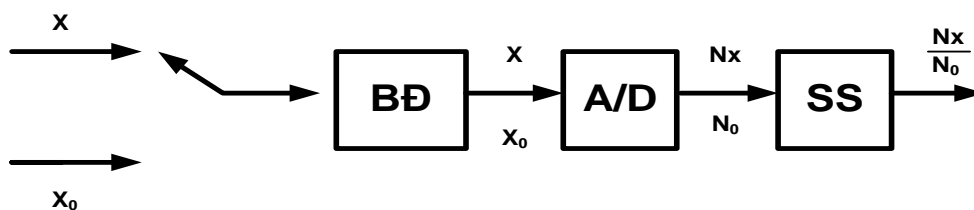
Là phương pháp đo có sơ đồ cấu trúc theo kiểu biến đổi thẳng, nghĩa là không có khâu phản hồi.

- **Quá trình thực hiện:**

+ Đại lượng cần đo X qua các khâu biến đổi để biến đổi thành con số  $N_X$ , đồng thời đơn vị của đại lượng đo  $X_0$  cũng được biến đổi thành con số  $N_0$ .

+ Tiến hành quá trình so sánh giữa đại lượng đo và đơn vị (thực hiện phép chia  $N_X/N_0$ ),

Thu được kết quả đo: 
$$A_X = X/X_0 = N_X/N_0 \quad (1.2)$$



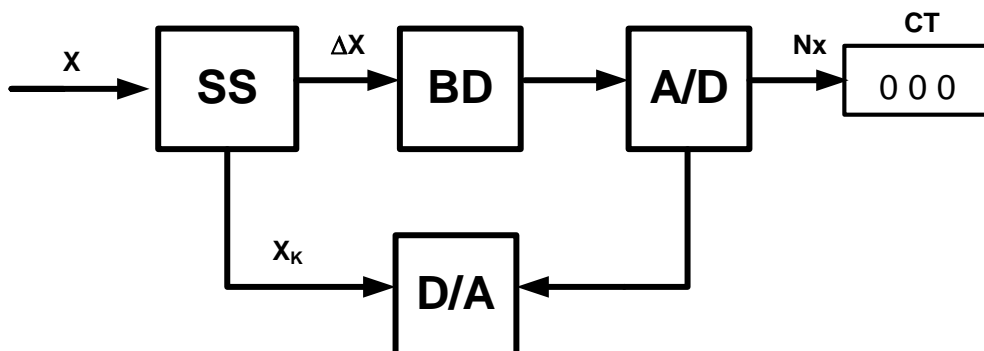
**Hình 1.1. Lưu đồ phương pháp đo biến đổi thẳng**

Quá trình này được gọi là quá trình biến đổi thẳng, thiết bị đo thực hiện quá trình này gọi là thiết bị đo biến đổi thẳng. Tín hiệu đo X và tín hiệu đơn vị  $X_0$  sau khi qua khâu biến đổi (có thể là một hay nhiều khâu nối tiếp) có thể được qua bộ biến đổi tương tự-số A/D để có  $N_X$  và  $N_0$ , qua khâu so sánh có  $N_X/N_0$ .

Dụng cụ đo biến đổi thẳng thường có sai số tương đối lớn vì tín hiệu qua các khâu biến đổi sẽ có sai số bằng tổng sai số của các khâu, vì vậy dụng cụ đo loại này thường được sử dụng khi độ chính xác yêu cầu của phép đo không cao lắm.

### 1.3.2. Phương pháp đo kiểu so sánh

- **Định nghĩa:** là phương pháp đo có sơ đồ cấu trúc theo kiểu mạch vòng, nghĩa là có khâu phản hồi.



*Hình 1.2. Lưu đồ phương pháp đo biến đổi kiểm so sánh*

- **Quá trình thực hiện:**

+ Đại lượng đo X và đại lượng mẫu  $X_0$  được biến đổi thành một đại lượng vật lý nào đó thuận tiện cho việc so sánh.



+ Quá trình so sánh  $X$  và tín hiệu  $X_K$  (tỉ lệ với  $X_0$ ) diễn ra trong suốt quá trình đo, khi hai đại lượng bằng nhau đọc kết quả  $X_K$  sẽ có được kết quả đo. Quá trình đo như vậy gọi là quá trình đo kiểu so sánh. Thiết bị đo thực hiện quá trình này gọi là thiết bị đo kiểu so sánh (hay còn gọi là kiểu bù).

**Các phương pháp so sánh:** bộ so sánh SS thực hiện việc so sánh đại lượng đo  $X$  và đại lượng tỉ lệ với mẫu  $X_K$ , qua bộ so sánh có:  $\Delta X = X - X_K$ . Tùy thuộc vào cách so sánh mà sẽ có các phương pháp sau:

+ **So sánh cân bằng:**

Quá trình thực hiện: đại lượng cần đo  $X$  và đại lượng tỉ lệ với mẫu  $X_K = N_K \cdot X_0$  được so sánh với nhau sao cho  $\Delta X = 0$ , từ đó suy ra  $X = X_K = N_K \cdot X_0$

$$\Rightarrow \text{suy ra kết quả đo: } A_X = X/X_0 = N_K \quad (1.3)$$

Trong quá trình đo,  $X_K$  phải thay đổi khi  $X$  thay đổi để được kết quả so sánh là  $\Delta X = 0$  từ đó suy ra kết quả đo.

Độ chính xác: phụ thuộc vào độ chính xác của  $X_K$  và độ nhạy của thiết bị chỉ thị cân bằng (độ chính xác khi nhận biết  $\Delta X = 0$ ).

Ví dụ: cầu đo, điện thế kế cân bằng ...

+ **So sánh không cân bằng:**

Quá trình thực hiện: đại lượng tỉ lệ với mẫu  $X_K$  là không đổi và biết trước, qua bộ so sánh có được  $\Delta X = X - X_K$ , đo  $\Delta X$  sẽ có được đại lượng đo  $X = \Delta X + X_K$  từ đó có kết quả đo:

$$A_X = X/X_0 = (\Delta X + X_K)/X_0$$

Độ chính xác: độ chính xác của phép đo chủ yếu do độ chính xác của  $X_K$  quyết định, ngoài ra còn phụ thuộc vào độ chính xác của phép đo  $\Delta X$ , giá trị của  $\Delta X$  so với  $X$  (độ chính xác của phép đo càng cao khi  $\Delta X$  càng nhỏ so với  $X$ ).

Phương pháp này thường được sử dụng để đo các đại lượng không điện, như đo ứng suất (dùng mạch cầu không cân bằng), đo nhiệt độ...

+ **So sánh không đồng thời:**

Quá trình thực hiện: dựa trên việc so sánh các trạng thái đáp ứng của thiết bị đo khi chịu tác động tương ứng của đại lượng đo  $X$  và đại lượng tỉ lệ với mẫu  $X_K$ , khi hai trạng thái đáp ứng bằng nhau suy ra  $X = X_K$ .

Đầu tiên dưới tác động của  $X$  gây ra một trạng thái nào đó trong thiết bị đo, sau đó thay  $X$  bằng đại lượng mẫu  $X_K$  thích hợp sao cho cũng gây ra đúng trạng thái như khi  $X$  tác động, từ đó suy ra  $X = X_K$ . Như vậy rõ ràng là  $X_K$  phải thay đổi khi  $X$  thay đổi.

Độ chính xác: phụ thuộc vào độ chính xác của  $X_K$ . Phương pháp này chính xác vì khi thay  $X_K$  bằng  $X$  thì mọi trạng thái của thiết bị đo vẫn giữ nguyên. Thường thì giá trị mẫu được đưa vào khắc độ trước, sau đó qua các vạch khắc mẫu để xác định giá trị của đại lượng đo  $X$ . Thiết bị đo theo phương pháp này là các thiết bị đánh giá trực tiếp như vônmet, ampemét chỉ thị kim.

+ **So sánh đồng thời:**

Quá trình thực hiện: so sánh cùng lúc nhiều giá trị của đại lượng đo  $X$  và đại lượng mẫu  $X_K$ , căn cứ vào các giá trị bằng nhau suy ra giá trị của đại lượng đo.

Ví dụ: xác định 1 inch bằng bao nhiêu mm: lấy thước có chia độ mm (mẫu), thước kia theo inch (đại lượng cần đo), đặt điểm 0 trùng nhau, đọc được các điểm trùng nhau là: 127mm và 5 inch, 254mm và 10 inch, từ đó có được:

$$1 \text{ inch} = 127/5 = 254/10 = 25,4 \text{ mm}$$

Trong thực tế thường sử dụng phương pháp này để thử nghiệm các đặc tính của các cảm biến hay của thiết bị đo để đánh giá sai số của chúng. Từ các phương pháp đo trên có thể có các cách thực hiện phép đo là:

- Đo trực tiếp: kết quả có chỉ sau một lần đo.
- Đo gián tiếp: kết quả có bằng phép suy ra từ một số phép đo trực tiếp.
- Đo hợp bộ: như gián tiếp nhưng phải giải một phương trình hay một hệ phương trình mới có kết quả.
- Đo thống kê: đo nhiều lần và lấy giá trị trung bình mới có kết quả.

## **2. Các sai số và phương pháp hạn chế sai số.**

### **2.1. Khái niệm về sai số.**

Trong kỹ thuật đo lường người ta luôn tìm cách chế tạo ra những dụng cụ đo ngày càng chính xác hơn, hoàn hảo hơn, nhưng vẫn không tránh khỏi sai số. Nguyên nhân gây nên sai số thường do:

- Dụng cụ đo.
- Phương pháp đo được chọn.
- Mức độ cẩn thận khi đo.

**Do vậy kết quả đo lường không đúng với giá trị chính xác của đại lượng đo mà có sai số, gọi là sai số của phép đo.**

Như vậy muốn có kết quả chính xác của phép đo thì trước khi đo phải xem xét các điều kiện đo để chọn phương pháp đo phù hợp, sau khi đo cần phải gia công các kết quả thu được nhằm tìm được kết quả chính xác.

### **2.2. Các loại sai số.**

Sai số phép đo người ta thường chia thành các loại sau:

#### **2.2.1. Sai số hệ thống (*systematic error*)**

Là những sai số phụ thuộc một cách có quy luật vào người đo, dụng cụ đo và hoàn cảnh đo. Khi lặp lại những lần đo thì trị số gần giống nhau. Sai số hệ thống được chia thành các loại sau.

Sai số cơ bản của dụng cụ đo: là sai số vốn có của dụng cụ đo quyết định bởi quá trình chế tạo, sai số này được quy về cấp độ chính xác của dụng cụ đo ở điều kiện tiêu chuẩn.

Ví dụ: Sai số hệ thống không đổi có thể là: sai số do khắc độ thang đo (vạch khắc độ bị lệch...)

Sai số phụ của dụng cụ đo: gây nên do điều kiện làm việc khác điều kiện tiêu chuẩn của dụng cụ đo.

Ví dụ: Sai số hệ thống thay đổi có thể là sai số do sự dao động của nguồn cung cấp (pin yếu, ổn áp không tốt...), do ảnh hưởng của trường điện từ, do hiệu chỉnh dụng cụ đo không chính xác ...

Sai số do thói quen: do người đo có thói quen nhìn nghiêng, nhìn lệch khi đọc kết quả đo hoặc đặt thiết bị đo không thích hợp.

Sai số lý luận: do dùng công thức không thích hợp khi tính toán.

### 2.2.2. Sai số ngẫu nhiên.

Là sai số không tuân theo một quy luật vật lý nào mà nó tuân theo quy luật xác suất. Nguyên nhân là do sự thay đổi bất thường của các điều kiện trong quá trình đo như nhiệt độ, áp suất, độ ẩm, từ trường... thay đổi đột ngột. Để bớt sai số này ta phải đo nhiều lần rồi lấy giá trị trung bình.

### 2.2.3. Sai số do (nhầm lẫn)

Là sai số làm lệch hẳn kết quả đo do đọc nhầm thang đo, nhìn nhầm số, ... kết quả này phải hủy bỏ.

**Ngoài ra** để đánh giá sai số của dụng cụ đo người ta dựa vào các loại sai số sau:

**Sai số tuyệt đối ( $\Delta X$ ):** là hiệu giữa kết quả đo lường  $X$  so với giá trị của đại lượng đo  $X_{th}$ .

$$\Delta X = X - X_{th}$$

Giá trị thực  $X_{th}$  của đại lượng đo: là giá trị của đại lượng đo xác định được với một độ chính xác nào đó (thường nhờ các dụng cụ mẫu có cấp chính xác cao hơn dụng cụ đo được sử dụng trong phép đo đang xét).

Giá trị chính xác (giá trị đúng) của đại lượng đo thường không biết trước, vì vậy khi đánh giá sai số của phép đo thường sử dụng giá trị thực  $X_{th}$  của đại lượng đo.

Như vậy ta chỉ có sự đánh giá gần đúng về kết quả của phép đo. Việc xác định sai số của phép đo - tức là xác định độ tin tưởng của kết quả đo là một trong những nhiệm vụ cơ bản của đo lường học.

- **Sai số tương đối ( $\gamma_x$ ):** là tỉ số giữa sai số tuyệt đối và giá trị thực tính bằng phần trăm:

Sai số tương đối đặc trưng cho chất lượng của phép đo.

$$\gamma_x = \frac{\Delta x}{x_{th}} \cdot 100\% = \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$$

Vì  $X_{th} \approx X$

Sai số tương đối đặc trưng cho chất lượng của phép đo.

### - Cấp chính xác.

Định nghĩa: cấp chính xác của dụng cụ đo là giá trị sai số cực đại mà dụng cụ đo mắc phải. Cấp chính xác của dụng cụ đo được qui định đúng bằng sai số tương đối qui đổi của dụng cụ đó và được Nhà nước qui định cụ thể:

$$\gamma_{qdX} = \frac{\Delta X_m}{X_m} \cdot 100\% \text{ với: } \Delta X_m - \text{sai số tuyệt đối cực đại, } X_m - \text{giá trị lớn nhất của thang đo.}$$

Sau khi xuất xưởng chế tạo thiết bị đo lường sẽ được kiểm nghiệm chất lượng, chuẩn hóa và xác định cấp chính xác. Từ cấp chính xác của thiết bị đo lường sẽ đánh giá được sai số của kết quả đo.

Thường cấp chính xác của dụng cụ đo được ghi ngay trên dụng cụ hoặc ghi trong sổ tay kỹ thuật của dụng cụ đo.

Theo quy định hiện hành của nhà nước, các dụng cụ đo cơ điện có cấp chính xác: 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; và 4,0.

Thiết bị đo số có cấp chính xác: 0,005; 0,01; 0,02; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5; 1.

### **2.3. Các phương pháp hạn chế sai số.**

Một trong những nhiệm vụ cơ bản của mỗi phép đo chính xác là phải phân tích các nguyên nhân có thể xuất hiện và loại trừ sai số hệ thống. Mặc dù việc phát hiện sai số hệ thống là phức tạp, nhưng nếu đã phát hiện thì việc loại trừ sai số hệ thống sẽ không khó khăn.

#### **Việc loại trừ sai số hệ thống có thể tiến hành bằng cách:**

- **Chuẩn bị tốt trước khi đo:** phân tích lý thuyết; kiểm tra dụng cụ đo trước khi sử dụng; chuẩn bị trước khi đo; chỉnh "0" trước khi đo...
  - **Quá trình đo có phương pháp phù hợp:** tiến hành nhiều phép đo bằng các phương pháp khác nhau; sử dụng phương pháp thế...
  - **Xử lý kết quả đo sau khi đo:** sử dụng cách bù sai số ngược dấu (cho một lượng hiệu chỉnh với dấu ngược lại); trong trường hợp sai số hệ thống không đổi thì có thể loại được bằng cách đưa vào một lượng hiệu chỉnh hay một hệ số hiệu chỉnh:
    - + Lượng hiệu chỉnh: là giá trị cùng loại với đại lượng đo được đưa thêm vào kết quả đo nhằm loại sai số hệ thống.
    - + Hệ số hiệu chỉnh: là số được nhân với kết quả đo nhằm loại trừ sai số hệ thống.
- Trong thực tế không thể loại trừ hoàn toàn sai số hệ thống. Việc giảm ảnh hưởng sai số hệ thống có thể thực hiện bằng cách chuyển thành sai số ngẫu nhiên.

#### **Câu hỏi ôn tập:**

Câu 1: Khái niệm đo lường và đo lường điện?

Câu 2: Phương pháp đo lường thường được sử dụng?

Câu 3: Các dạng sai số và phương pháp hạn chế sai số?

## Bài 02: SỬ DỤNG VOM

### Giới thiệu:

Đồng hồ vạn năng (VOM) là dụng cụ đo lường không thể thiếu được đối với người thợ điện. Bài 02 trình bày các bộ phận chính, nguyên lý tổng quát và cách sử dụng VOM để đo điện áp một chiều, xoay chiều, điện trở, kiểm tra diode, kiểm tra tụ điện.

### Mục tiêu:

- + Phân tích cách phân loại và cấu tạo đồng hồ vạn năng VOM
- + Phân tích phương pháp sử dụng VOM đo điện áp 1 chiều, điện áp xoay chiều, đo cường độ dòng điện 1 chiều và đo trị số điện trở
- + Xây dựng được quy trình thực hiện
- + Nhận Phân tích các sai hỏng thường gặp, nguyên nhân và cách khắc phục
- + Đo được điện áp 1 chiều, điện áp xoay chiều, dòng điện 1 chiều và điện trở bằng VOM đúng yêu cầu kỹ thuật
- + Có ý thức an toàn lao động và chính xác trong thao tác kỹ thuật, làm việc độc lập và làm việc nhóm

### Nội dung:

#### 1. Phân loại và cấu tạo đồng hồ vạn năng

##### 1.1. Phân loại đồng hồ vạn năng

##### 1.1.1. Đồng hồ vạn năng điện tử (đồng hồ số):

##### 1.1.1.1. Giới thiệu về đồng hồ số

+ Đồng hồ số Còn gọi là vạn năng kế điện tử là một đồng hồ vạn năng sử dụng các link kiện điện tử chủ động, và do đó cần có nguồn điện như pin. Đây là loại thông dụng nhất hiện nay cho những người làm công tác kiểm tra điện và điện tử. Kết quả của phép đo thường được hiển thị trên một màn tinh thể lỏng nên đồng hồ còn được gọi là đồng hồ vạn năng điện tử hiển số.

+ Việc lựa chọn các đơn vị đo, thang đo hay vị chỉnh thường được tiến hành bằng các nút bấm, hay một công tắc xoay, có nhiều nấc, và việc cắm dây nối kim đo vào đúng các lỗ. Nhiều vạn năng kế hiện đại có thể tự động chọn thang đo.

**- Vạn năng kế điện tử còn có thể có thêm các chức năng sau:**

1. Kiểm tra nối mạch: máy kêu "bíp" khi điện trở giữa 2 đầu đo (gần) bằng
2. Hiển thị số thay cho kim chỉ trên thước.
3. Thêm các bộ khuếch đại điện để đo hiệu điện thế hay cường độ dòng điện nhỏ khi điện trở lớn. Đo độ tự cảm của cuộn cảm và điện dung của tụ điện, có ích khi kiểm tra và lắp đặt mạch điện
4. Kiểm tra diode và transistor, có ích cho sửa chữa mạch điện.
5. Hỗ trợ cho đo nhiệt độ bằng cặp nhiệt.
6. Đo tần số trung bình, khuếch đại âm thanh, để điều chỉnh mạch điện của radio. Nó cho phép nghe tín hiệu thay cho nhìn thấy tín hiệu (như trong dao động kế).
7. Dao động kế cho tần số thấp, có ở các vạn năng kế có giao tiếp với máy tính.

8. Bộ kiểm tra điện thoại.
9. Bộ kiểm tra mạch điện ô-tô.
10. Lưu giữ số liệu đo đạc (ví dụ của hiệu điện thế).

### 1.1.1.2. Cấu tạo của đồng hồ số

a. Các kí hiệu trên đồng hồ vạn năng hiển thị số.

V~: Thang đo điện áp xoay chiều.

V- : Thang đo điện áp một chiều.

A~: Thang đo dòng điện xoay chiều.

A-: Thang đo dòng điện một chiều.

$\Omega$ : Thang đo điện trở

F: Thang đo điện dung

hFE: Thang đo hệ số khuếch đại dòng tĩnh

b. Cấu tạo bên ngoài



Hình 2.1. Cấu tạo mặt đồng hồ vạn năng hiển thị số EXCEL-DT9205A

### 1.1.2. Đồng hồ vạn năng điện từ (đồng hồ kim)

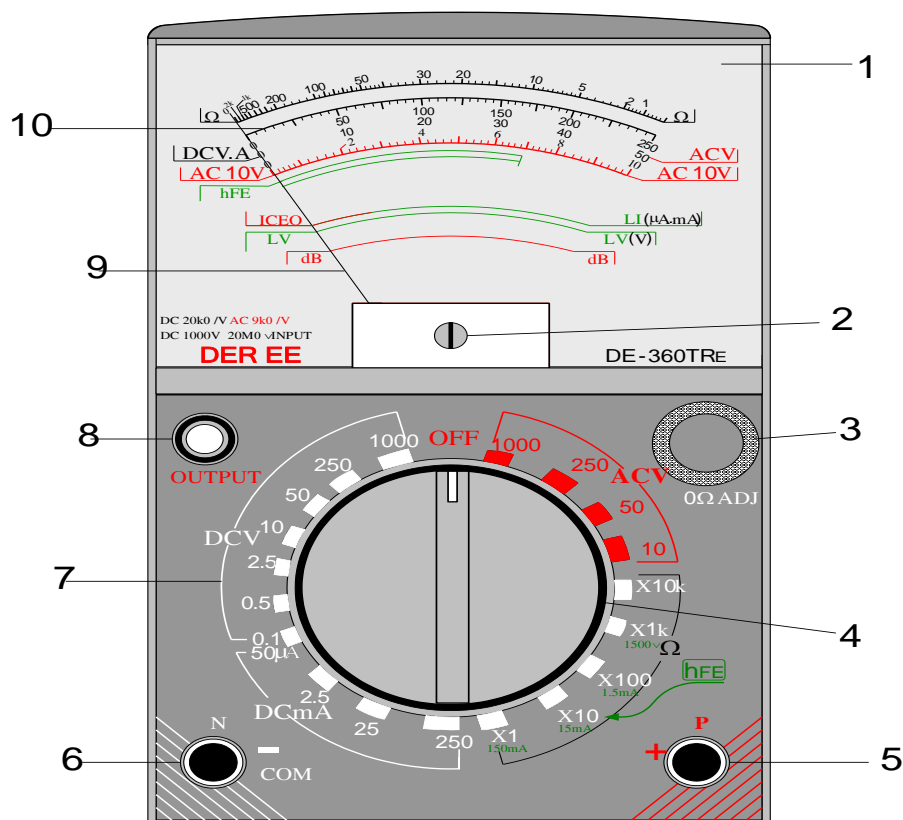
#### 1.1.2.1. Cấu tạo

Cấu tạo chính của VOM, có kèm theo bộ chỉnh lưu để có thể đo được cả lượng xoay chiều và một chiều.

- Có nhiều  $R_s$  mắc song song để tạo thành ampemet có nhiều thang đo.
- Có nhiều  $R_p$  mắc nối tiếp tạo thành sơ đồ vonmet có nhiều thang đo.
- Có nhiều điện trở phụ khác nhiều cỡ và một biến trở phân dòng để tạo thành một ommet có nhiều thang đo.
- Có một số VOM khác còn lắp thêm các mạch đo dB, đo nhiệt độ, đo dòng transistor...

Để đo được các đại lượng trên trên VOM có một bộ chuyển mạch. Khi đo đại lượng nào thì chuyển núm chuyển mạch về vị trí thang đo đó.

### 1.1.2.2. Các bộ phận chính trên mặt đồng hồ VOM

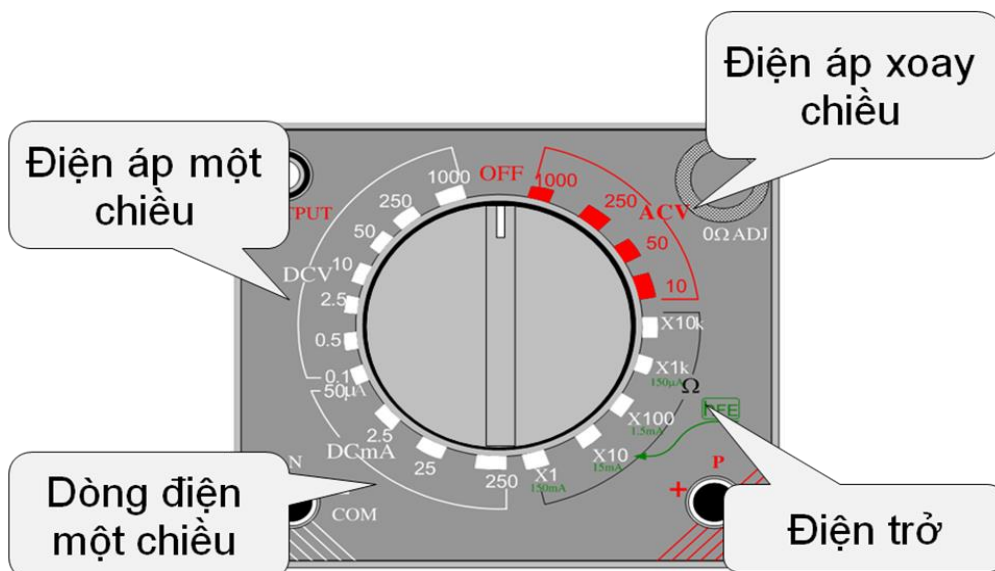


Hình 2.2. Mặt trước của VOM

1. Mặt đồng hồ:
2. Nút điều chỉnh cơ khí: dùng để chỉnh kim về 0 khi đo điện áp, dòng điện
3. Nút điều chỉnh điện khí: dùng chỉnh kim về 0 khi đo điện trở.
4. Núm chuyển mạch: chuyển mạch về thang đo phù hợp với đại lượng đo.
5. Chân cắm dây dương: dùng cắm que đỏ đồng hồ.
6. Chân cắm dây âm: dùng cắm que đen đồng hồ.
7. Thang đo: chỉ vị trí các đại lượng đo và các mức của đại lượng đo.
8. Cọc OUTPUT: dùng cắm que đo cường độ âm thanh.
9. Kim chỉ thị: chỉ giá trị đo.
10. Thang đọc: đọc giá trị đo được.

### 1.1.2.3. Cách sử dụng thang đo

Thang đo VOM thường có 4 vùng cơ bản sau:



Hình 2.3. Thang đo

**Vùng đo điện áp xoay chiều (ACV):** Dùng để đo điện áp xoay chiều. Vùng này có các thang đo khác nhau (thường có 4 thang đo 10, 50, 250, 1000). Khi đo ta phải chỉnh ở thang đo hợp lý.

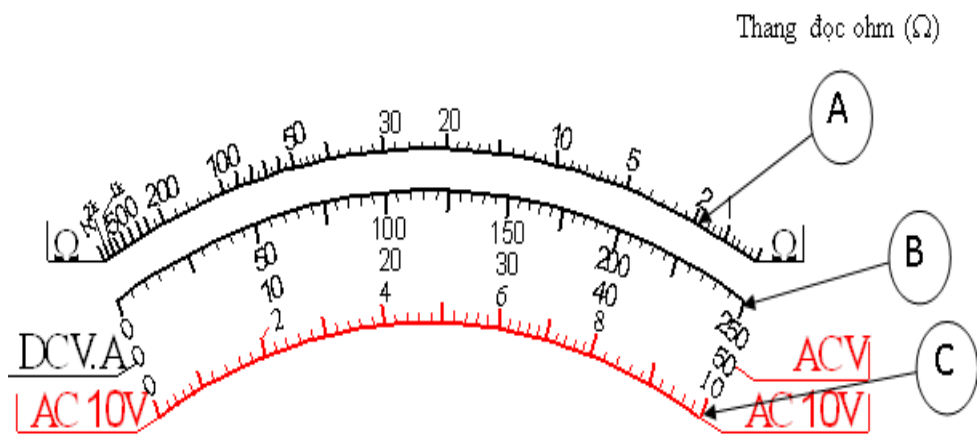
**Vùng đo điện áp một chiều (DCV):** Dùng để đo điện áp một chiều. Vùng này có các thang đo khác nhau (thường có 7 thang đo 0.1, 0.4, 2.5, 10, 50, 250, 1000). Khi đo ta phải chỉnh ở thang đo hợp lý.

**Vùng đo điện trở (Ω):** Dùng để đo điện trở, kiểm tra diode, kiểm tra tụ điện, kiểm tra transistor, ... Vùng này có các thang đo khác nhau (thường có 5 thang đo x1Ω, x10Ω, x100Ω, x1KΩ, x10KΩ.). Khi đo điện trở có giá trị nhỏ ta sử dụng thang đo có giá trị nhỏ, khi đo điện trở có giá trị lớn ta sử dụng thang đo có giá trị lớn. Đối với thang đo x1KΩ, x10KΩ sử dụng pin 9V còn thang đo khác sử dụng pin 1.5V.

**Vùng thang đo dòng điện (DCmA):** dùng để đo dòng điện một chiều. Đối với vùng thang đo này thường VOM chỉ đo được dòng điện DC nhỏ (thường 0.25A), chỉ phù hợp đo ở các mạch điện tử, không phù hợp đo dòng trong điện công nghiệp.

#### 1.1.2.4. Cách đọc thang đọc trên mặt đồng hồ

Cách đọc kết quả đo trên mặt đồng hồ.



Hình 2.4. Cách đọc kết quả đo



**Bảng hướng dẫn đặt thang đo hợp lý và đọc thang đọc hợp lý**

Đại lượng đo	Thang đo	Thang đọc
DC volt	DC 0,1V	B 10
	0,5V	B 50
	2,5V	B 250
	10V	B 10
	50V	B 50
	250V	B 250
	1000V	B 10
AC volt	AC 10V	C 10
	50V	B 50
	250V	B 250
	1000V	B 10
Ohm	$\Omega$	A

## 2. Đo điện áp một chiều bằng VOM.

### Bước 1:

- Cắm que đo vào chân dương, que đen vào chân âm,
- Chỉnh kim về 0 (nếu cần).
- Chuyển núm thang đo về vùng thang đo DCV với thang đo điện áp một chiều hợp lý.

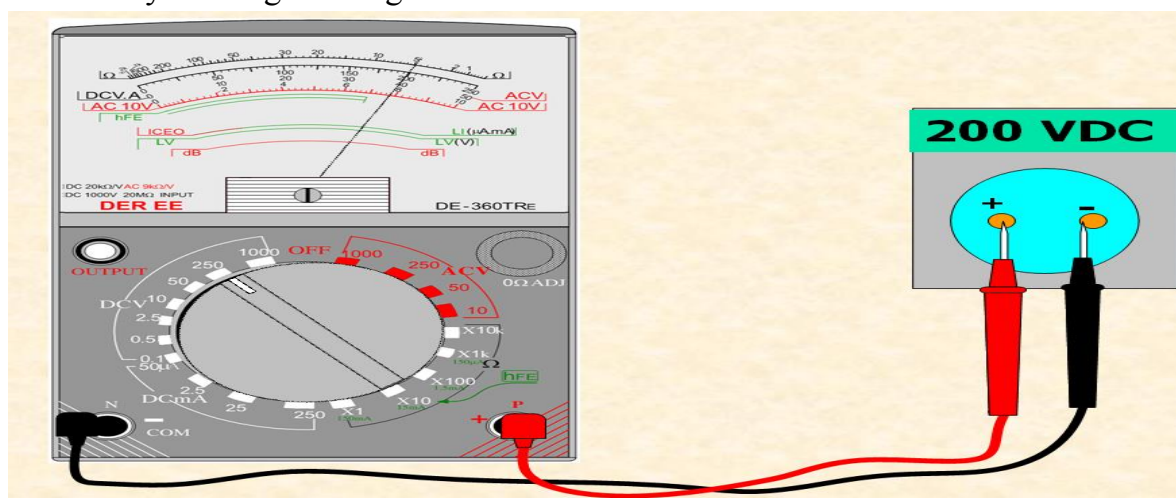
**Bước 2:** Cắm que đo vào cực dương của nguồn điện, cắm que đen vào cực âm của nguồn điện.

**Bước 3:** Đọc kết quả đo được trên thang đọc

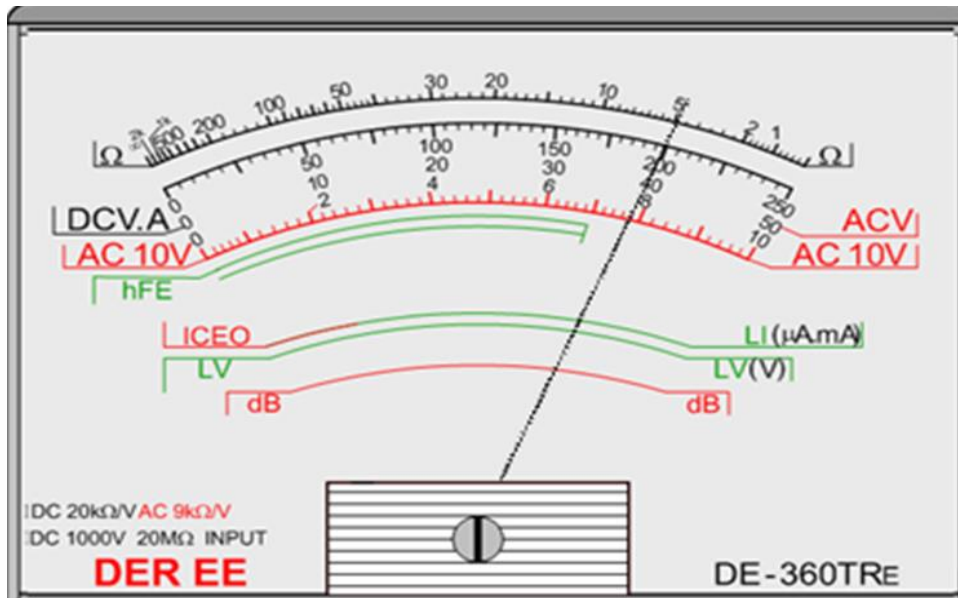
$$\text{Kết quả đo được} = \frac{\text{Thang đo}}{\text{Thang đọc}} \times \text{Giá trị đọc}$$

**Ví dụ: Đo điện áp một chiều 200V**

Chuyển thang đo đồng hồ về 250 DC.V



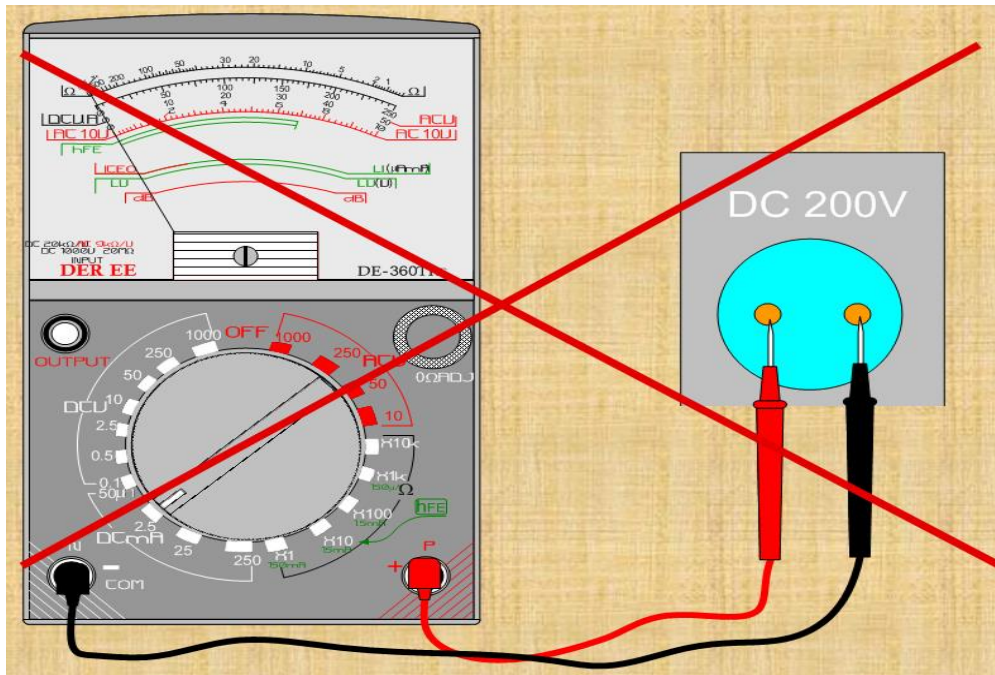
*Hình 2.5. Đo điện áp một chiều*



Hình 2.6. Cách đọc kết quả đo

$$kết\ qua = \frac{thang\ đo}{thang\ đọc} \times giá\ trị\ đọc = \frac{250}{250} \times 200 = 200(V)$$

**Chú ý:** Tuyệt đối không để nhầm thang đo đồng hồ vào thang đo dòng điện hoặc thang đo điện trở khi ta đo điện áp một chiều (DCV) nếu nhầm đồng hồ sẽ bị hỏng ngay!!



Hình 2.7. Sai hỏng khi sử dụng đồng hồ

### 3. Đo điện áp xoay chiều (ACV)

- Bước 1:**
- Cắm que đỏ vào chân dương, que đen vào chân âm,
  - Chỉnh kim về 0 (nếu cần).
  - Chuyển núm chuyển mạch về vùng AC.V với thang đo hợp lý.

**Bước 2:** Cắm hai que đo vào hai cực của nguồn điện

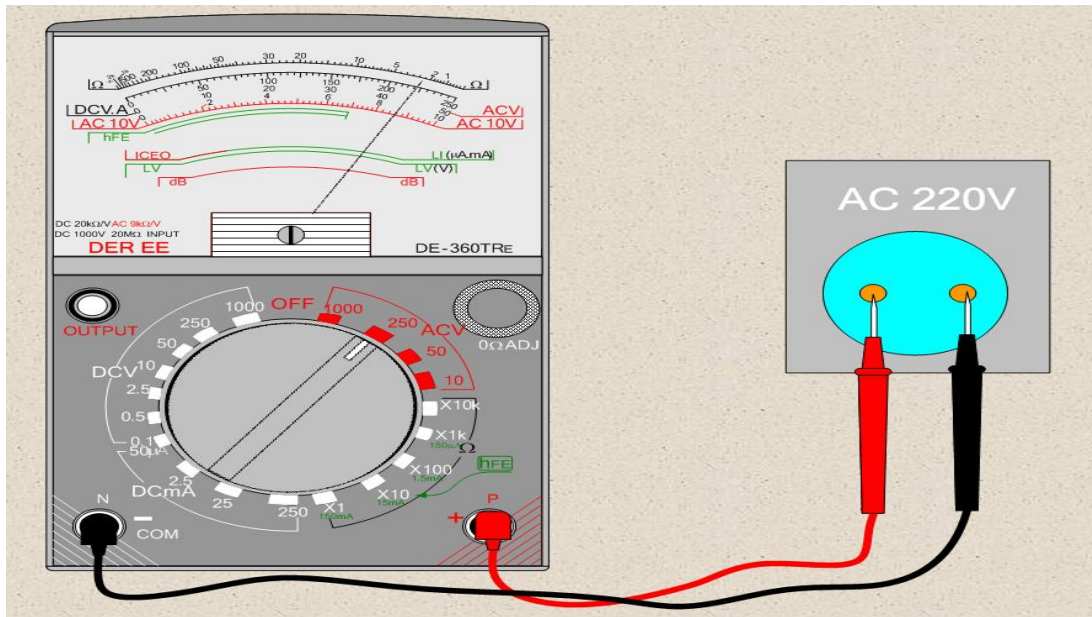
**Bước 3:** Đọc kết quả đo được trên thang đọc

Kết quả đo được =  $\frac{\text{Thang đo}}{\text{Thang đọc}} \times \text{Giá trị đọc}$

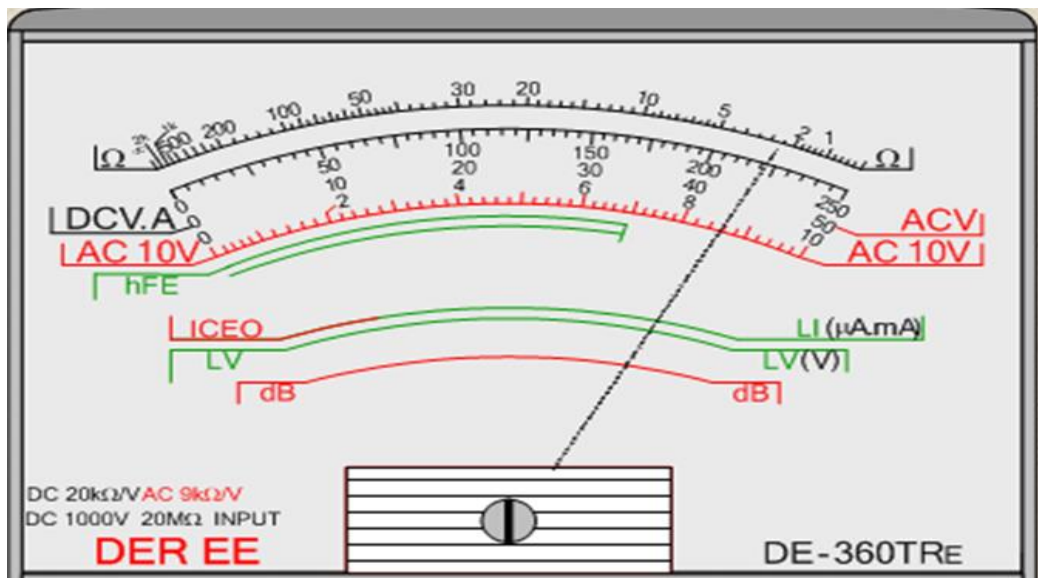
*Chú ý:* Đối với nguồn điện chưa biết trị số thì ta để thang đo ở vị trí lớn nhất (1000V) để tránh hư hỏng đồng hồ và sau đó ta mới chỉnh thang đo xuống sao cho khi đo kim lên quá 2/3 thang đọc thì kết quả đo là chính xác nhất.

**Ví dụ: Đo điện áp xoay chiều 220V.**

Chuyển núm thang đo về 250V.AC



Hình 2.8. Đo điện áp xoay chiều

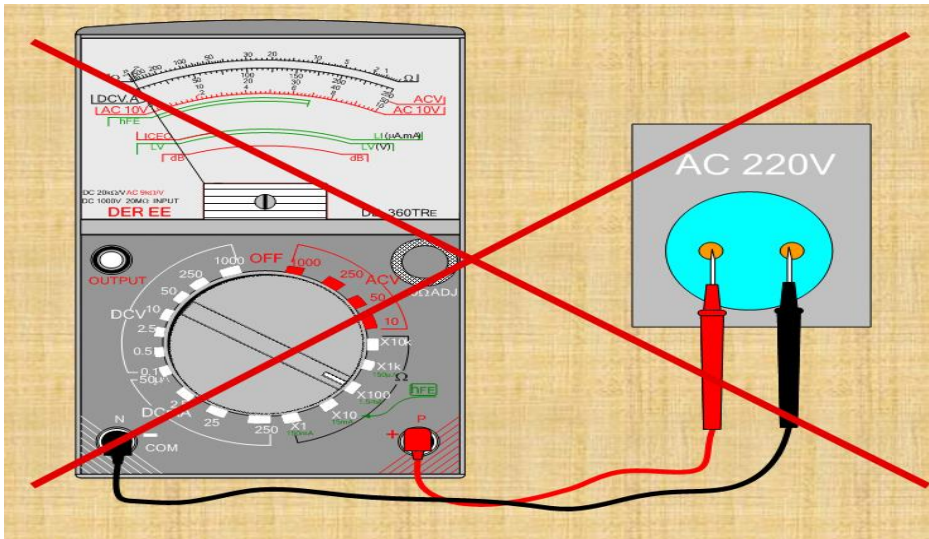


Hình 2.9. Cách đọc kết quả đo

$$\text{ketqua} = \frac{\text{thangdo}}{\text{thangdoc}} \times \text{giatridoc} = \frac{250}{250} \times 220 = 220(\text{V})$$



**Chú ý:** Tuyệt đối không để nhầm thang đo đồng hồ vào thang đo dòng điện hoặc thang đo điện trở khi ta đo điện áp xoay chiều (ACV), nếu nhầm đồng hồ sẽ bị hỏng ngay!



Hình 2.10. Đặt thang đo sai khi đo điện áp

#### 4. Đo cường độ dòng điện một chiều: (DC.mA)

- Bước 1: Cắm que đo màu đen vào đầu COM và que màu đỏ vào đầu dấu “+”.
- Bước 2: Đặt chuyển mạch của đồng hồ vạn năng ở thang DC.mA – 250mA
- Bước 3: Tắt nguồn điện của các mạch thí nghiệm.
- Bước 4: Kết nối que màu đỏ của đồng hồ vạn năng về phía cực dương “+” và que đo màu đen về phía cực âm “-“ theo chiều của dòng điện một chiều trong mạch thí nghiệm và mắc đồng hồ vạn năng nối với thí nghiệm.
- Bước 5: Bật điện cho mạch thí nghiệm
- Bước 6: Đọc kết quả đo dòng điện, nếu kết quả đọc được nhỏ hơn 25mA, thì bạn nên chuyển sang vị trí DC.mA – 25mA để đo được kết quả chính xác hơn. Kết quả của phép đo chính bằng giá chỉ của kim trên cung chia độ.

**Giá trị đo được = (thang đo/ thang đọc) x giá trị đọc**



Hình 2.11. Chia thang đo dòng điện trên đồng hồ vạn năng kim

## 5. Đo trị số điện trở bằng VOM

### 5.1. Các bước thực hiện

#### **Bước 1: Chuẩn bị đo.**

- Cắm que đỏ vào chân dương, que đen vào chân âm,
- Chuyển núm thang đo về vùng thang đo  $\Omega$  với thang đo điện trở hợp lý.

#### **Bước 2: Chỉnh kim về 0.**

Chập hai que đo với nhau rồi chỉnh nút điện khí để kim đồng hồ về vị trí 0 bên phải mặt đồng hồ.

#### **Bước 3: Thực hiện đo và đọc kết quả.**

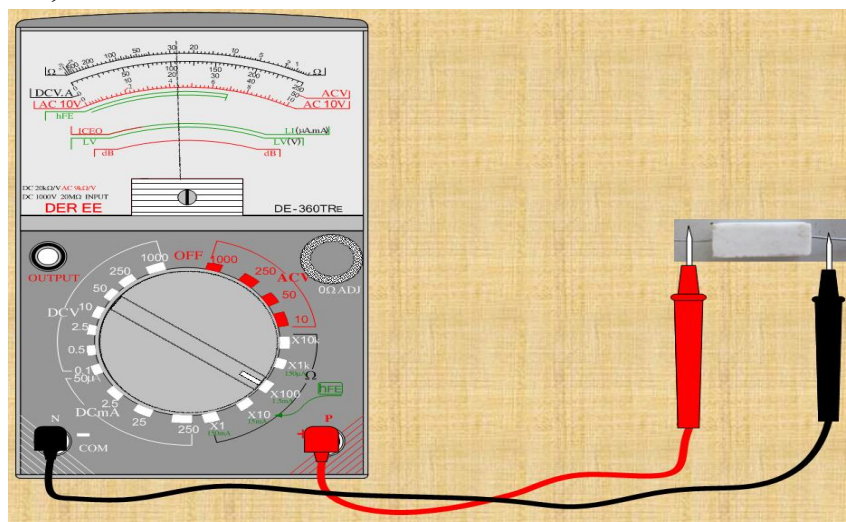
- Đặt 2 que đo vào 2 đầu của điện trở.
- Đọc kết quả đo được ở thang đọc điện trở theo công thức

**Kết quả đo được = Thang đo x Giá trị đọc**

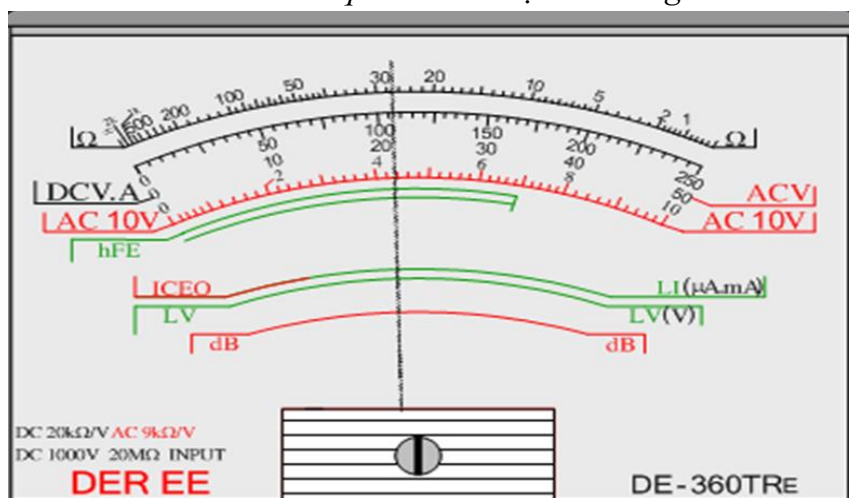
**Chú ý:** Bước 2, nếu kim không về 0 thường do pin bị yếu. Nếu thang đo  $\times 1K\Omega$ ,  $\times 10K\Omega$  do pin 9V yếu, còn thang đo khác sử dụng pin 1.5V yếu.

#### **Ví dụ: Thực hiện đo điện trở sau?**

Chuyển núm thang đo về vùng đo  $\Omega$ . Kiểm tra thang đo hợp lý ( $\times 10\Omega$ ), chập 2 que đo với nhau, chỉnh kim về 0.



Hình 2.12. Kết quả khi đo điện trở bóng đèn



Hình 2.23. Đọc kết quả đo điện trở

Kết quả đo =  $100 \times 27 = 2.7 \text{ (K}\Omega\text{)}$

**Chú ý:** Trước khi đo điện trở phải chỉnh kim về 0, khi chuyển thang đo điện trở khác thì phải chấp que đo lại để chỉnh kim về 0.

Không được đồng thời chạm 2 tay vào phần kim loại của 2 que đo khi để thang đo  $1\text{xK}\Omega$  và  $10\text{xK}\Omega$ .

Khi đo điện trở ta chọn thang đo sao cho kim qua  $\frac{1}{4}$  mặt đồng hồ về hai phía thì kết quả đo được sẽ có độ chính xác cao nhất.

## 5.2. Kiểm tra diode.



Hình 2.14. Hình ảnh Diode

Diode là một loại bán dẫn dùng để chuyển đổi điện áp xoay chiều thành điện áp một chiều. Nên nó chỉ dẫn theo một chiều.

Đặt thang đo điện trở, dùng 2 que đo áp sát vào 2 đầu của diode:

Trường hợp thấy kim lên gần về vị trí 0, sau đó đảo đầu que đo thấy kim không lên thì ta nói diode đó còn tốt.

Trường hợp đo 2 lần kim đều chỉ ở vị trí vô cùng thì diode bị đứt tiếp giáp.

Trường hợp đo 2 lần kim đều chỉ ở vị trí 0 thì diode đã bị xuyên thủng.

Đối với 1 số loại diode ta chưa biết cực nào là Anod và cực nào là Katod thì ta phải xác định như sau:

Dùng đồng hồ vạn năng, ta biết rõ âm của pin là dương của đồng hồ và dương của pin là âm của đồng hồ. Ta để thang đo  $R \times 100\Omega$ , 1 lần đo thấy kim ở vị trí vô cùng sau đó đảo que đo thấy kim lên gần về vị trí 0. Lúc này, que đen áp vào cực nào thì cực đó là Anod và que đỏ áp vào cực nào thì cực đó là Katod

## 5.3. Kiểm tra tụ điện.



Hình 2.15. Hình ảnh tụ điện

Dùng đồng hồ VOM, chuyển nút xoay về thang đo Ohm (Nếu tụ điện có điện dung lớn ta để thang đo nhỏ. Nếu tụ điện có điện dung nhỏ thì ta để thang đo lớn). Sau đó dùng 2 que đo áp vào 2 cực của tụ điện:

- Nếu thấy kim lên rồi trở về và ta tiếp tục đảo 2 ngược lại 2 que đo áp vào 2 cực của tụ điện cũng thấy kim lên rồi trở về thì ta nói tụ đó còn tốt.
- Nếu kim lên rồi ít hoặc kim không lên hoặc kim lên trở về lưng chung không về 0 thì ta nói tụ bị khô.
- Nếu kim lên ở vị trí 0 và không trở về thì ta nói tụ đã bị xuyên thủng.

**Câu hỏi bài tập:**

Câu 1: Đồng hồ vạn năng là gì, công dụng của nó?

Câu 2: Các bước đo điện áp bằng VOM?

Câu 3: Các bước đo điện trở bằng VOM?

Câu 4: Các bước kiểm tra diode và tụ điện bằng VOM?

## Bài 03: SỬ DỤNG MÁY HIỆN SÓNG

### **Giới thiệu:**

Máy hiện sóng: (**OSCILLOSCOPE (OSC)**) là dụng cụ đo lường rất quan trọng đối với người thợ điện tử. Bài 03 trình bày các bộ phận chính, nguyên lý tổng quát và cách sử dụng các chức năng để đo các dạng sóng trong mạch điện tử.

**Mục tiêu:** Sau khi học xong bài học này người học có khả năng:

Phân tích cách phân loại và cấu tạo máy hiện sóng

Phân tích phương pháp sử dụng máy hiện sóng để đo các thông số kỹ thuật

Xây dựng được quy trình thực hiện

Nhận Phân tích các sai hỏng thường gặp, nguyên nhân và cách khắc phục

Đo được điện áp 1 chiều, điện áp xoay chiều, dòng điện 1 chiều và công suất của mạch điện bằng máy hiện sóng đúng yêu cầu kỹ thuật

+ Có ý thức an toàn lao động và chính xác trong thao tác kỹ thuật, làm việc độc lập và làm việc nhóm

### **Nội dung của bài**

#### **1. Phân loại và cấu tạo**

##### **1.1. Giới thiệu Máy hiện sóng: (Oscilloscope)**

Máy hiện sóng: (Oscilloscope) trông rất giống với một cái tivi nhỏ, nó có một mạng lưới được vẽ trên màn hình và có nhiều nút điều khiển hơn tivi. Mặt trước của một oscilloscope thường có các phần điều khiển được chia thành các phần Dọc, Ngang và Trigger. Có các điều khiển hiển thị và các đầu nối đầu vào.

Máy hiện sóng: (Oscilloscope) vẽ ra đồ thị của một tín hiệu điện. Trong hầu hết các ứng dụng, đồ thị chỉ ra tín hiệu thay đổi thế nào theo thời gian: Trục dọc (Y) biểu diễn điện áp và trục ngang (X) biểu diễn thời gian. Cường độ hay độ sáng của sự hiển thị đôi khi được gọi là trục Z. Đây là đồ thị đơn giản có thể chỉ ra cho ta nhiều điều về một tín hiệu.

Máy hiện sóng có thể coi là vũ khí lợi hại và luôn song hành cùng những chuyên gia nghiên cứu về Công nghệ và đồng hành những người làm nghề sản xuất, lắp ráp, sửa chữa các thiết bị Điện tử viễn thông, CNTT, và công nghệ cao chuyên nghiệp

##### **1.2. Công dụng của Máy hiện sóng**

Nhận dạng tín hiệu (Xung vuông, răng cưa, hình sin, tín hiệu hình, tín hiệu tiếng...)

Xác định rõ các giá trị thời gian và mức điện áp và đường đi của một tín hiệu

Tính toán được tần số của một tín hiệu dao động

Nhận thấy “các phần động” của một mạch điện được biểu diễn bởi tín hiệu

Chỉ ra nếu một thành phần lỗi làm méo dạng tín hiệu

Tìm ra tín hiệu như thế nào là dòng một chiều hay dòng xoay chiều

Chỉ ra tín hiệu như thế nào là nhiễu và nếu có thì nhiễu thay đổi thế nào theo thời gian...

Sự hữu ích của một Máy hiện sóng không bị giới hạn chỉ trong thế giới của các thiết bị điện tử. Với một bộ chuyển đổi thích hợp, một Máy oscilloscope có thể đo đạc được tất cả các kiểu hiện tượng về vật lý, âm thanh, áp lực cơ khí, áp suất, ánh sáng



hoặc nhiệt độ. Một kỹ sư ô tô có thể dùng Máy oscilloscope để đo đặc sự rung của động cơ. Một nghiên cứu sinh y khoa có thể dùng Máy oscilloscope để đo đặc các sóng não. Các khả năng là vô tận!

### 1.3. Phân loại máy hiện sóng

#### 1.3.1. Máy hiện sóng tương tự

Khi các bạn nối đầu đo (dò) của máy oscilloscope vào mạch điện, tín hiệu điện áp đi qua đầu đo (dò) tới hệ thống dọc của máy oscilloscope



Hình 3.1. Máy hiện sóng tương tự

Tùy thuộc vào các bạn thiết đặt chia thang đo dọc (điều khiển volts/div) như thế nào thì bộ suy hao làm giảm điện áp tín hiệu hoặc là bộ khuếch đại làm tăng điện áp tín hiệu

Điện áp đặt vào các bản lái tia làm cho một điểm sáng di chuyển. (một dòng electron đập vào lớp phosphor bên trong CRT tạo ra điểm sáng). Điện áp dương làm cho điểm sáng đi lên trong khi điện áp âm làm cho điểm sáng đi xuống.

Tín hiệu cũng đồng thời đi tới hệ thống trigger để khởi động hay kích một “quét ngang”. Quét ngang là một thuật ngữ chỉ việc hệ thống ngang làm cho điểm sáng di chuyển ngang trên màn hình. Việc kích hệ thống ngang gây ra thời gian cơ bản để di chuyển điểm sang ngang trên màn hình từ trái sang phải trong một khoảng thời gian xác định. Nhiều lần quét thành các dãy nhanh làm cho chuyển động của điểm sáng được hợp thành một đường liền nét. Ở các tốc độ cao hơn, điểm sáng có thể quét ngang màn hình lên tới 500,000 lần mỗi giây

Cùng với nhau, việc quét ngang và việc lái dọc vạch ra một đồ thị tín hiệu trên màn hình. Bộ kích khởi là cần thiết để ổn định hóa tín hiệu tuần hoàn. Nó đảm bảo rằng lần quét bắt đầu ở cùng một điểm với tín hiệu tuần hoàn, dẫn tới một hình ảnh rõ ràng được chỉ ra trên hình sau:

**Kết luận:** Để dùng một Máy hiện sóng tương tự, bạn cần điều chỉnh ba thiết lập cơ bản để thích ứng với tín hiệu đưa vào:

Việc làm suy giảm hoặc khuếch đại tín hiệu. Dùng điều khiển volts/div để điều chỉnh biên độ của tín hiệu trước khi nó được đặt vào các bản lái tia chiều dọc.

Thời gian cơ bản.

Dùng điều khiển sec/div để thiết đặt độ lớn của thời gian trên mỗi khoảng chia được biểu diễn ngang qua màn hình

Kích khởi máy oscilloscope. Sử dụng mức kích để ổn định hóa tín hiệu tuần hoàn cũng như việc kích các sự kiện đơn

Cũng vậy, việc điều chỉnh các điều khiển tiêu cự (Focus) và cường độ cho phép bạn tạo ra hình ảnh sắc nét và dễ nhìn (không bị chói hoặc nhòe).

### 1.3.2. Máy hiện sóng số

Một vài hệ thống mà được cấu thành từ các máy oscilloscope số thì cũng tương tự như bằng các máy oscilloscope tương tự; tuy nhiên, các máy oscilloscope số bao gồm thêm hệ thống xử lý số liệu (Xem hình 3.2).

Với hệ thống thêm vào, máy oscilloscope số thu thập số liệu cho toàn bộ dạng sóng và sau đó hiển thị chúng. Khi các bạn nối đầu đo (dò) của máy oscilloscope số vào mạch điện; hệ thống đọc sẽ điều chỉnh biên độ của tín hiệu như trong máy oscilloscope tương tự.



Hình 3.2. Máy hiện sóng số

Tiếp tới, bộ chuyển đổi tương tự/số trong hệ thống thu thập lấy mẫu tín hiệu ở các thời điểm rời rạc và chuyển đổi điện áp tín hiệu ở các điểm này thành giá trị số, gọi là các điểm lấy mẫu. Xung lấy mẫu của hệ thống ngang quy định bộ ADC lấy mẫu bao nhiêu lần. Tốc độ mà ở đó xung “ticks” được gọi là tốc độ lấy mẫu và được đo bằng số mẫu trên giây.

Các điểm mẫu từ ADC được lưu trữ trong bộ nhớ như là các điểm dạng sóng. Có nhiều hơn một điểm mẫu có thể cấu thành nên một điểm dạng sóng.

Cùng với nhau, các điểm dạng sóng cấu thành nên một bản ghi dạng sóng. Số điểm sóng được dùng để tạo nên một bản ghi dạng sóng được gọi là độ dài bản ghi. Hệ thống kích khởi quy định điểm bắt đầu và điểm kết thúc bản ghi. Màn hình nhận các điểm bản ghi này sau khi chúng được lưu trữ trong bộ nhớ.

Tùy thuộc vào khả năng của máy oscilloscope của các bạn, việc xử lý thêm các điểm mẫu có thể được tiến hành để làm nâng cao chất lượng hiển thị. Bộ tiền kích khởi có thể hữu ích cho phép các bạn xem các sự kiện trước điểm kích.

Về cơ bản, với một máy máy oscilloscope số cũng như với máy máy oscilloscope tương tự, bạn cần điều chỉnh các thiết lập dọc, ngang và kích khởi để có thể đo đạc được.

### 1.3.3. Các nút chức năng ở mặt trước của máy hiện sóng

- POWER: Contact nguồn
- INTENSITY: Chính cường độ chùm sáng
- POCUS: Chính độ hội tụ để hiển thị được sắc nét.
- TRAC ROTATION: Điều chỉnh cho vết sáng xoay nghiêng (khi vết ngang bị nghiêng điều chỉnh cho nằm ngang)
- SCALCILLUM: điều khiển ánh sáng màn hình
- CAL .5V: đầu nối cung cấp điện thế mẫu 5Vpp, 1kHz dạng sóng vuông.
- X5 MAG(CH1): Nhân 5 tín hiệu kênh 1 khi tín hiệu nhỏ qua đọc không chính xác
- X5 MAG (CH2): Nhân 5 tín hiệu kênh CH2.
- CH1 (X) INPUT: ngõ vào lệnh đọc của kênh 1, khi hoạt động ở phương thức x-y thì tín hiệu vào theo trục x (ngang).
- CH2 (X) INPUT: ngõ vào lệnh đọc của kênh 2, khi hoạt động ở phương thức x-y thì tín hiệu vào theo trục y (dọc).
- POSITION (CH1): Chính vị trí dọc của vết hoặc điểm sáng cho kênh CH 1.
- POSITION (CH2): Chính vị trí dọc của vết hoặc điểm sáng cho kênh CH 2.
- AC/GND/DC: Contact chuyển mạch chọn ngõ vào thích hợp cho CH 1, CH2.
- CH1/ADD/CH2: Contact chọn kênh 1/ cộng tín hiệu 2 kênh/ chọn kênh2.
- DUAL: Chọn cả 2 kênh.
- CH1/CH2 VOL/DIV: Điều chỉnh tăng biên độ cho CH1/CH2.
- VARIABLE: Tinh chỉnh độ nhạy với mức 1/3 hoặc thấp hơn giá trị chỉ trên Panel đặt bởi nút VOL/DIV.
- INVERT: Đảo dạng sóng.
- GND: Đầu nối masse của sơ đồ máy
- EXT INPUT: Tín hiệu từ đầu nối EXT trở thành nguồn kích khởi.
- MAG X5: Nhân 5 tín hiệu theo chu kỳ.
- ALT – MAG
- TRIG LEVER: hiển thị một dạng sóng cô đỉnh đa đồng bộ.
- X-Y: Chế độ lấy kênh này làm chuẩn để đo kênh kia.
- VARIABLE (CAL) tinh chỉnh độ nhạy
- TRACE SEP: Điều chỉnh cho vết sáng xoay dọc
- POSITION (<>): Chính vị trí ngang của vết hoặc điểm sáng cho 2 kênh.
- TIME/DIV: Chọn nấc của nhịp quét (chu kỳ).
- TRIGGER MODE: Chọn chế độ kích khởi cho mạch lệnh ngang.
- + AUTO: Tự động quét ngang khi không có tín hiệu kích khởi đây đủ và tự động đảo ngược hoạt động quét ngang khi có tín hiệu kích khởi.
- + NORM: Quét ngang chỉ hoạt động khi có tín hiệu.
- + TV.V: Dãy tần kích từ 0 – 1kHz.

- + TV.H: Dãy tần kích từ 1- 100kHz
- TRIGGER SOURCE: Chọn chế độ kích khởi cho mạch lệnh ngang.
- + ICT:
- + CH2: Tín hiệu từ kênh CH2.
- + LINE: Tín hiệu kích là AC – 50Hz.
- + EXT: Tín hiệu kích đọa vào ổ cắm EXIT TRIG
- SLOPE: Chọn độ nghiêng khởi động
- “+“ Kích khởi xảy ra khi tín hiệu vượt quá mức kích khởi theo chiều dương. “-“  
Kích khởi xảy ra khi tín hiệu vượt quá mức kích khởi theo chiều âm.

#### **1.3.4. Các nút chức năng ở mặt sau của máy hiện sóng**

- Z.AIS INPUT: Đầu nối của ngõ vào đối với tín hiệu điều chế bên ngoài.
- CH2 (Y) SIGNAL OUTPUT: Cung cấp tín hiệu kênh 2 với 1 điện thế khoảng 100mV cho mỗi đoạn chia. Khi ngõ ra nối với 50Ω tín hiệu bị giảm giảm yếu khoảng 1 nửa. Ngõ ra này có thể ghép với máy đếm tần số.

#### **1.3.5. Thiết lập chế độ hoạt động và cách khởi động**

##### **\* Thiết lập chế độ hoạt động**

- Nối Masse cho máy ở jacker GND.
- Contact nguồn đặt ở vị trí OFF.
- Nút INTENSITY đặt ở vị trí giữa.
- Nút FOCUS đặt ở vị trí giữa.
- Các nút chỉnh biên độ VARIABLE của CH1, CH2 vặn đến vị trí CAL.
- Các nút CH1 POSITION, POSITION CH2 vặn đến vị trí giữa.
- Hai contact AC / GND / DC đặt ở vị trí GND.
- Nút VOL / DIV đặt ở thang? V/DIV.
- Nút VARIABLE đặt ở vị trí CAL.
- Contact MODE đặt ở vị trí AUTO.
- Contact SOURCE đặt ở vị trí INC (CH1).
- Nút chỉnh TRIGLEVEL ở vị trí “+”.
- Nút POSITION ở vị trí giữa.

##### **\* Khởi động kênh CH1 / CH2:**

- Ấn nút POWER ON.
- Chỉnh nút CH1 POS và HORIZONTAL POS cho vệt sáng xuất hiện giữa tim màn hình. Chỉnh INTENSITY và FOCUS cho độ sáng và độ hội tụ vừa đúng và sắc nét.
- Nối ống đo vào lỗ CH1 INPUT và ghép tín hiệu chuẩn 5VP-P vào ống đo này.
- Đặt Contact AC – GND – DC vào vị trí AC.
- Với kênh CH2 cũng tọng tự kênh CH1.
- Muốn quan sát dạng sóng tín hiệu, chắm que đo vào điem có tín hiệu. Điều chỉnh các nút VOL/DIV, TIME/DIV và TRIGLEVEL để dạng sóng xuất hiện theo ý muốn.

## 2. Nguyên lý hoạt động

Một oscilloscope cũng gồm một đèn điện tử (cathode ray tube), mặc dù kích thước và hình dạng khác nhau nhưng nguyên lý hoạt động thì giống nhau. Bên trong ống là chân không. Chùm điện tử được phát ra từ cathode được làm nóng ở phía sau ống chân không được gia tốc và làm cho hội tụ bởi một hay nhiều anodes đập vào phía trước ống làm một điểm trên màn hình phủ photpho của ống phát sáng.

Chùm điện tử được bẻ cong, được làm lệch nhờ điện áp đặt vào các bản cực cố định trong ống chân không. Các bản cực lái tia theo chiều ngang hay các bản cực X tạo ra chuyển động của chùm điện tử theo phương ngang.

Như bạn nhìn thấy ở sơ đồ, chúng được liên kết với một khối hệ thống gọi là “chu kỳ cơ sở”. Cái này tạo ra một sóng dạng răng cưa nhìn thấy được trên màn hình osciloscope. Trong khi tăng pha của xung răng cưa, điểm sáng được điều khiển ở cùng tốc độ từ trái tới phải ra phía trước của màn hình trong suốt quá trình giảm pha, chùm điện tử quay lại nhanh chóng từ trái qua phải và điểm trên màn hình được để trống để không hiển thị lên màn hình. Theo cách này, “chu kỳ cơ sở” tạo ra trục X của đồ thị tín hiệu trên màn hình của oscilloscope.

Độ dốc của sự sai pha thay đổi theo tần số của xung răng cưa và được điều chỉnh sử dụng nút điều khiển TIME/DIV để thay đổi thang đo của trục X.

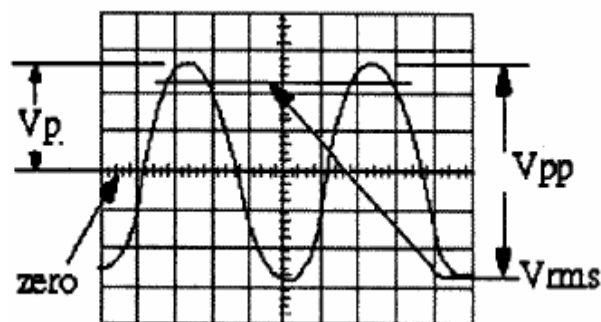
Việc màn hình chia thành các ô vuông cho phép thang đo trục ngang có thể được biểu diễn theo giây, mili giây hay micro giây trên một phép chia (đơn vị chia).

## 3. Đo các dạng sóng

### 3.1. Đo điện áp dc

Sau khi thiết lập chế độ hoạt động và khởi động kênh đo tín hiệu vào ta tiến hành tiếp như sau:

- Ghép tín hiệu cần đo vào jacker input kênh chọn.
- Chuyển contact AC – GND – DC về vị trí DC.
- Nút chỉnh VARIABLE đặt ở vị trí CAL
- Đặt các nút chỉnh VOLTS/DIV và TIME/DIV ở vị trí tín hiệu để quan sát nhất.



Hình 3.3. Kết quả đo điện áp AC

- Đo khoảng cách dọc từ mức chuẩn Zero tới điểm muốn đo DC Level = Vert div x Volt/Div.
- Tính giá trị tín hiệu:

Việc tính giá trị điện áp của tín hiệu được thực hiện bằng cách đếm số ô trên màn hình và nhân với giá trị VOLTS/DIV.

Ví dụ:

VOLTS/DIV chỉ 1V thì tín hiệu cho ở hình 3.2 trên có:

$$V_p = 2,7\hat{o} \times 1V = 2,8V \quad V_{pp} = 5,4\hat{o} \times 1V = 5,4V \quad V_{rms} = 0,707V_p = 1,98V.$$

### 3.2. Đo điện áp ac

- Tương tự đo điện áp DC chỉ khác contact AC – GND – DC về vị trí AC.
- Tính giá trị tín hiệu:

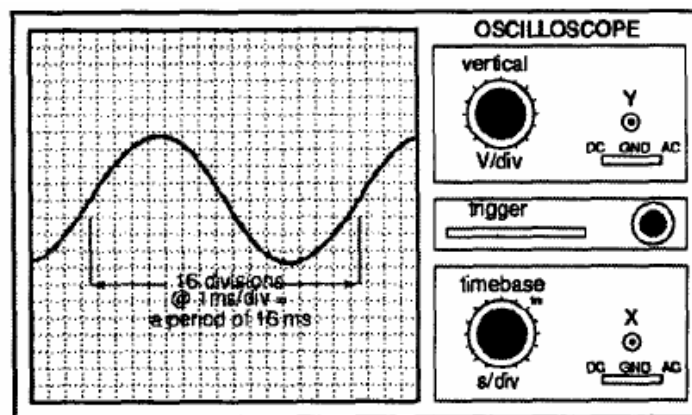
$$\text{Voltage} = \text{Vert div} \times \text{Volt/Div.}$$

### 3.3. Đo tần số

Việc xác định tần số của tín hiệu được thực hiện bằng cách tính chu kỳ theo cách như trên. Sau đó nghịch đảo giá trị của chu kỳ ta tính được tần số.

- Tương tự đo điện áp AC chỉ khác cách tính giá trị.
- Tính giá trị tín hiệu:

Chu kỳ = Vert div x Time/Div. Ví dụ: ở hình 3.3 bên s/div là 1ms. Chu kỳ của tín hiệu dài 16 ô, do vậy chu kỳ là 16ms =>  $f = 1/16\text{ms} = 62,5\text{Hz}$ .



$$\text{Frequency} = \frac{1}{\text{period}} = \frac{1}{16 \text{ ms}} = 62.5 \text{ Hz}$$

Hình 3.4. Kết quả đo tần số

### Câu hỏi bài tập:

- Câu 1: Cấu tạo và phân loại máy hiện sóng?
- Câu 2: Nguyên lý hoạt động của máy hiện sóng?
- Câu 3: Cách đo máy hiện sóng?

## Bài 4: LẮP ĐẶT ĐỒNG HỒ ĐO ĐIỆN ÁP VÀ DÒNG ĐIỆN

### Giới thiệu:

- Vôn mét là thiết bị dùng để đo điện áp, được lắp đặt cố định trên mặt tủ điện hoặc tại một vị trí cố định nào đó cần theo dõi điện áp. Bài này trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của vôn mét và phương pháp lựa chọn và lắp đặt vôn mét đo điện áp

- Ampe mét là thiết bị dùng để đo dòng điện, được lắp đặt cố định trên mặt tủ điện hoặc tại một vị trí cố định nào đó cần theo dõi dòng điện. Bài này trình bày cấu tạo, nguyên lý hoạt động của ampe mét và phương pháp lựa chọn và lắp đặt ampe mét đo dòng điện

**Mục tiêu:** Sau khi học xong bài học này người học có khả năng:

- + Lựa chọn, lắp đặt được đồng hồ đo điện áp đúng yêu cầu kỹ thuật.
- + Đọc đúng giá trị điện áp đo được.
- + Đọc đúng giá trị dòng điện đo được.
- + Sử dụng và bảo quản đồng hồ đo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.
- + Rèn luyện tính chính xác, chủ động, nghiêm túc trong công việc.

### Nội dung của bài

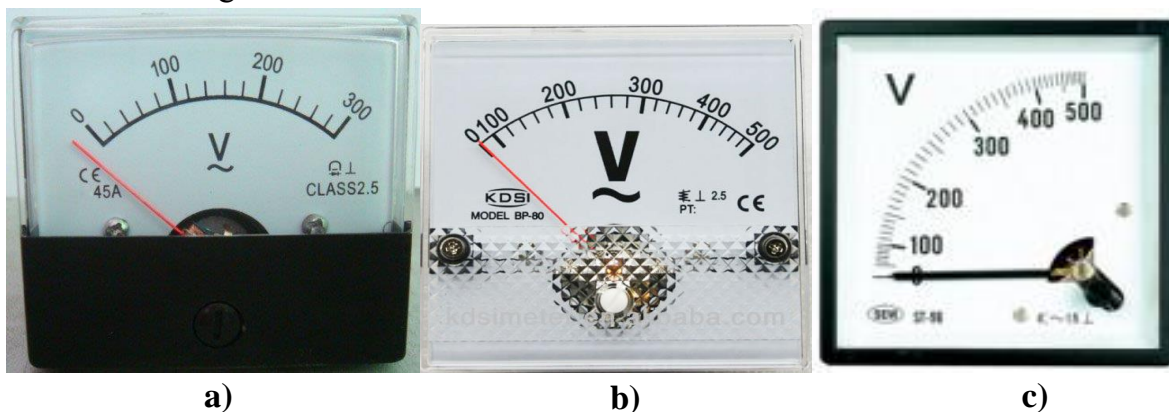
#### 1. Đo điện áp.

##### 1.1. Nguyên lý đo điện áp.

Để đo điện áp người ta thường dùng các vônmet từ điện, điện từ, điện động, từ điện chỉnh lưu... mắc song song với mạch cần đo.

##### 1.1.1. Hình ảnh vôn kế.

+ Vôn kế analog.



Hình 4.1. Hình ảnh Vôn kế analog

a) Vôn kế từ điện b) Vôn kế điện từ c) Vôn kế điện động

+ Vôn kế digital.

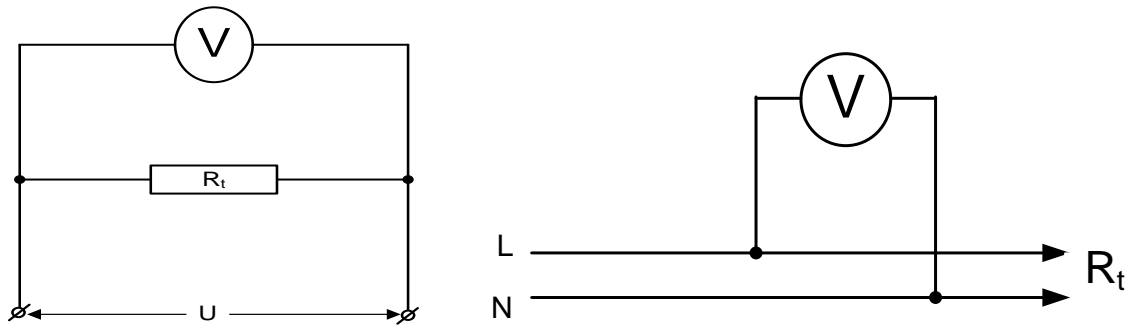


Hình 4.2. Hình ảnh vôn kế Digital



### 1.1.2. Nguyên lý đo điện áp.

Để đo điện áp ta dùng vôn kế mắc song song với phần tử cần đo điện áp như hình vẽ.



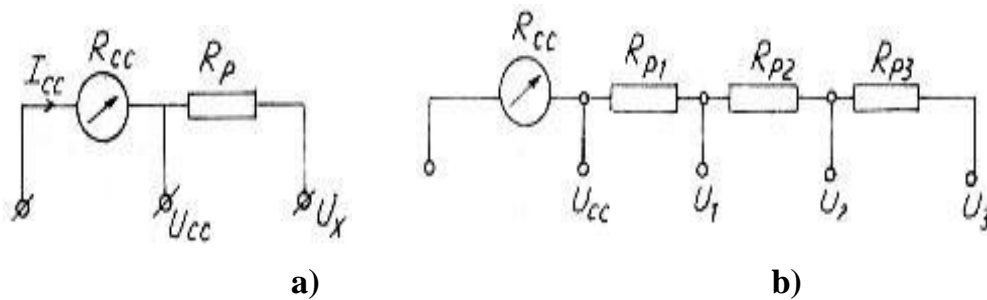
Hình 4.3. Nguyên lý đo điện áp

## 1.2. Mở rộng thang đo Vôn mét

### 1.2.1. Vôn mét từ điện

- Vôn mét từ điện ứng dụng cơ cấu chỉ thị từ điện để đo điện áp, gồm có:
- Vôn mét từ điện đo điện áp một chiều
- Vôn mét từ điện đo điện áp xoay chiều

**Vôn mét từ điện đo điện áp một chiều:**



Hình 4.4. Mở rộng thang đo vôn mét từ điện:

a) Một cấp điện trở phụ: mở rộng thêm 1 thang đo

b) Ba cấp điện trở phụ: mở rộng thêm 3 thang đo

Cơ cấu từ điện chế tạo sẵn, có điện áp định mức khoảng  $50 \div 75\text{mV}$ . Muốn tạo ra các vôn mét đo điện áp lớn hơn phạm vi này cần phải mắc nối tiếp với cơ cấu từ điện những điện trở phụ  $R_P$  (thường làm bằng vật liệu manganin) như hình 4.4:

Giá trị điện trở phụ phù hợp với điện áp  $U_X$  cần đo được xác định như sau:

$$R_P = R_{cc} \cdot (m - 1)$$

Với:  $m = U_X/U_{cc}$ :  $m$ : Gọi là hệ số mở rộng thang đo điện áp.

$U_{cc}$ : Gọi là điện áp định mức của cơ cấu.

Bằng phương pháp này có thể tạo ra các vôn mét từ điện nhiều thang đo khi mắc nối tiếp vào cơ cấu từ điện các điện trở phụ khác nhau. Ví dụ sơ đồ vôn mét từ điện có 3 thang đo như hình 4.4b.

**Bài tập:** Tính giá trị điện trở phụ phù hợp với các điện áp cần đo là  $U_{X1} = 110\text{V}$ ,  $U_{X2} = 220\text{V}$ ,  $U_{X3} = 380\text{V}$ . Biết rằng vôn mét có cơ cấu đo từ điện và có  $U_{cc} = 60\text{mV}$  và  $R_{cc} = 99\Omega$ .

**Giải:**

Giá trị điện trở phụ  $R_{P1}$  phù hợp với điện áp cần đo  $U_{X1} = 110\text{V}$  là

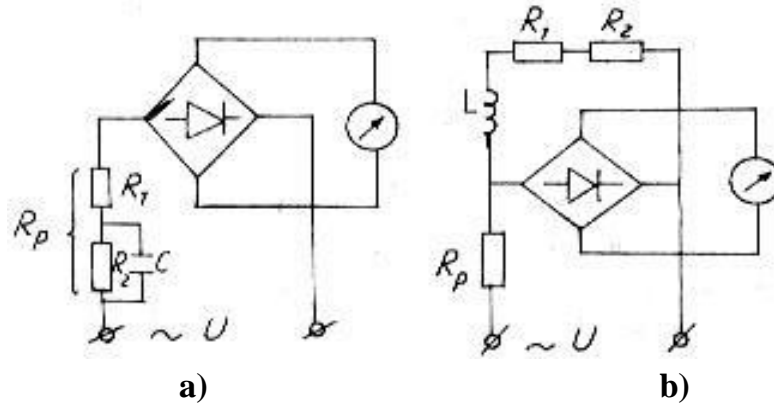


$$m_1 = U_{X1}/U_{cc} = 110/0.06 = 1833,3$$

$$R_{P1} = R_{cc} \cdot (m - 1) = 99 \cdot (1833.3 - 1) = 181401 (\Omega) \approx 181,4 (K\Omega)$$

Giá trị điện trở phụ  $R_{P2}$  phù hợp với điện áp cần đo  $U_{X2} = 220V$  là

(Tương tự trên học sinh tự làm)



Hình 4.5. Sơ đồ nguyên lý của vônmet từ điện đo AC.V  
a) Sơ đồ milivônmet chỉnh lưu, b) Sơ đồ vônmet chỉnh lưu

Các vônmet từ điện đo trực tiếp tín hiệu một chiều có sai số do nhiệt độ không đáng kể vì hệ số nhiệt độ của mạch vônmet được xác định không chỉ là hệ số nhiệt độ dây đồng của cơ cấu từ điện mà còn tính cả hệ số nhiệt độ của điện trở phụ trong khi điện trở phụ có điện trở ít thay đổi theo nhiệt độ do được chế tạo bằng manganin.

**Vônmet từ điện đo điện áp xoay chiều:** đo điện áp xoay chiều bằng cách phối hợp mạch chỉnh lưu với cơ cấu từ điện để tạo ra các vônmet từ điện đo điện áp xoay chiều

**Sơ đồ milivônmet chỉnh lưu:** như hình 4.5a, trong đó  $R_P$  vừa để mở rộng giới hạn đo vừa để bù nhiệt độ nên  $R_1$  bằng đồng;  $R_2$  bằng Manganin còn tụ điện C để bù sai số do tần số.

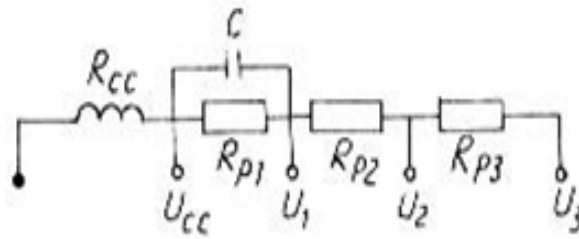
**Sơ đồ vônmet chỉnh lưu:** như hình 4.5b, trong đó điện cảm L dùng để bù sai số do tần số; điện trở  $R_1$  bằng đồng; điện trở  $R_2$  bằng manganin tạo mạch bù nhiệt độ.

### 1.2.2 Vôn mét điện từ.

Vônmet điện từ ứng dụng cơ cấu chỉ thị điện từ để đo điện áp. Trong thực tế vônmet điện từ thường được dùng để đo điện áp xoay chiều ở tần số công nghiệp.

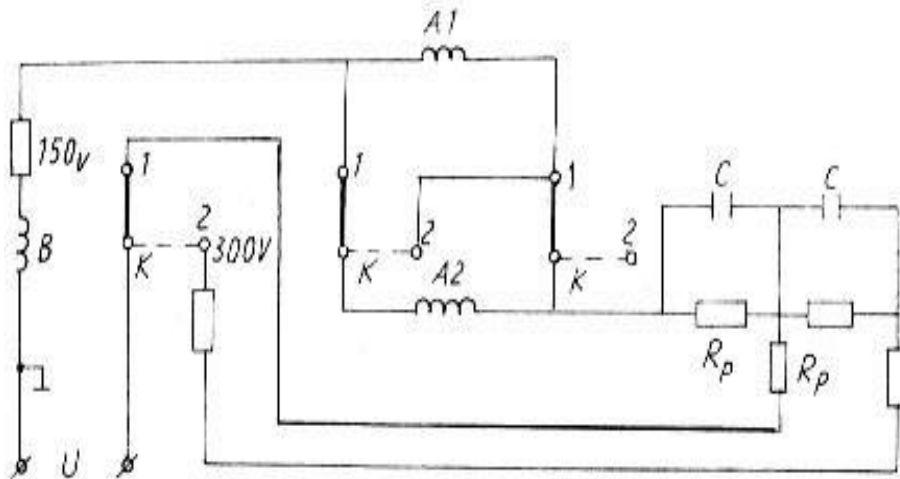
Vì yêu cầu điện trở trong của vônmet lớn nên dòng điện chạy trong cuộn dây nhỏ, số lượng vòng dây quấn trên cuộn tĩnh rất lớn, cỡ 1000 đến 6000 vòng.

Để mở rộng và tạo ra vônmet nhiều thang đo thường mắc nối tiếp với cuộn dây các điện trở phụ giống như trong vônmet từ điện. Khi đo điện áp xoay chiều ở miền tần số cao hơn tần số công nghiệp sẽ xuất hiện sai số do tần số. Để khắc phục sai số này người ta mắc các tụ điện song song với các điện trở phụ (H.4.6)



Hình 4.6. Khắc phục sai số do tần số của vôn mét điện từ

### 1.2.3. Vôn mét điện động



Hình 4.7. Mở rộng thang đo của vôn mét điện động.

Trong đó:  $A_1$ ,  $A_2$  là hai phần của cuộn dây tĩnh. B là cuộn dây động.

Vôn mét điện động có cấu tạo phần động giống như trong ampemét điện động, còn số lượng vòng dây ở phần tĩnh nhiều hơn so với phần tĩnh của ampemét và tiết diện dây phần tĩnh nhỏ vì vôn mét yêu cầu điện trở trong lớn.

Trong vôn mét điện động, cuộn dây động và cuộn dây tĩnh luôn mắc nối tiếp nhau, tức là:

$$I_1 = I_2 = I = U / Z_V$$

Có thể chế tạo vôn mét điện động nhiều thang đo bằng cách thay đổi cách mắc song song hoặc nối tiếp hai đoạn cuộn dây tĩnh và nối tiếp các điện trở phụ. Ví dụ sơ đồ vôn mét điện động có hai thang đo như hình 3.16:

Trong vôn mét này cuộn dây tĩnh và động luôn luôn nối tiếp với nhau và nối tiếp với các điện trở phụ  $R_p$ .

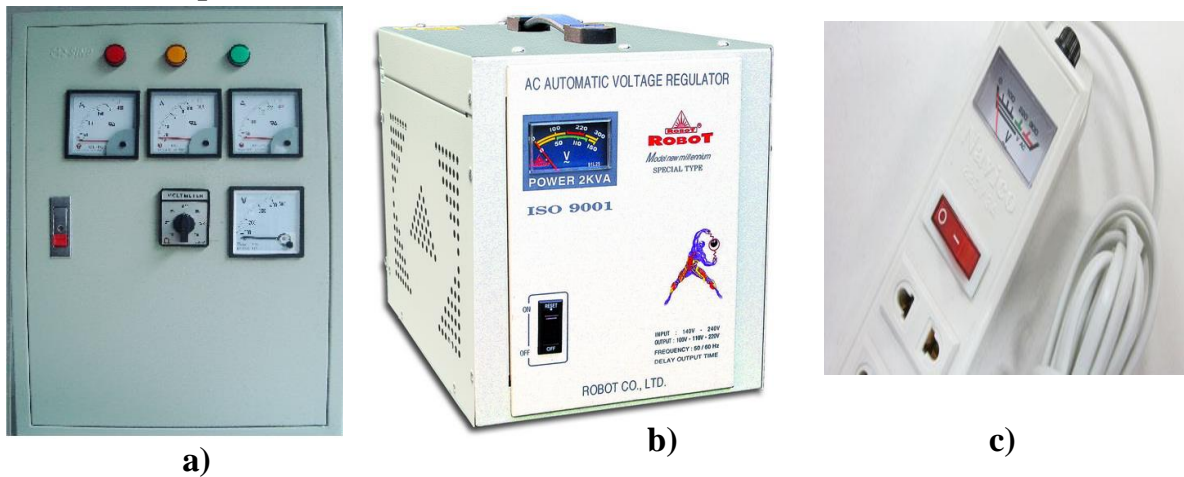
Bộ đổi nối K làm nhiệm vụ thay đổi giới hạn đo:

- Khóa K ở vị trí 1: hai phân đoạn  $A_1$ ,  $A_2$  của cuộn dây tĩnh mắc song song nhau tương ứng với giới hạn đo 150V.
- Khóa K ở vị trí 2: hai phân đoạn  $A_1$ ,  $A_2$  của cuộn dây tĩnh mắc nối tiếp nhau tương ứng với giới hạn đo 300V.

Các tụ điện C tạo mạch bù tần số cho vôn mét.

### 1.3. Đo điện áp xoay chiều (AC.V).

#### 1.3.1. Vị trí lắp đặt Vôn kế.



Hình 4.8. Vị trí thường lắp vôn kế  
a) Tủ điện b) Ổn áp c) Ổ cắm

#### 1.3.2. Các bước lắp đặt vôn kế đo điện áp nguồn một pha.



Hình 4.9. Các loại vôn kế

#### **Bước 1:** Chọn vôn kế.

- Loại vôn kế:
  - + Xoay chiều hoặc một chiều.
  - + Loại kim (analog) hoặc loại số (digital).
- Thang đo, kiểu lắp đặt.

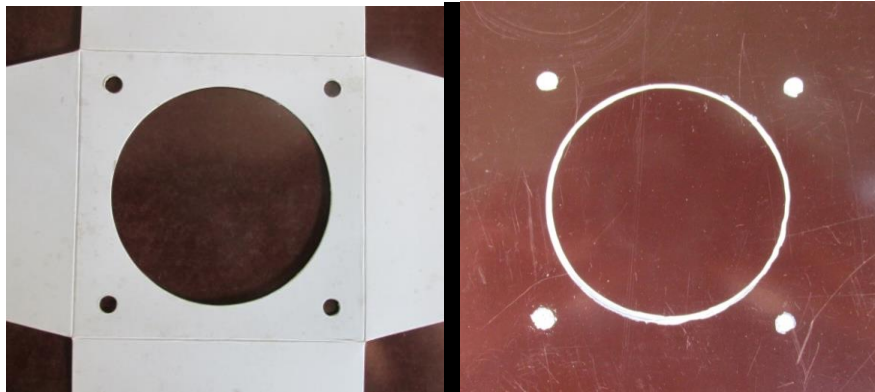
#### **Bước 2:** Cố định vôn kế.

- Chọn vị trí lắp đặt: Trên tủ điện Vôn kế thường lắp đặt ở phía dưới đèn báo nguồn và trên các nút điều khiển.



Hình 4.6. Vị trí vôn kế trên tủ điện

- Lấy dấu: + Sử dụng miếng giấy bọc kèm theo ép vào vị trí lắp vôn kế.
- + Lấy bút đánh dấu vị trí cần khoan, khoét lỗ.



a)

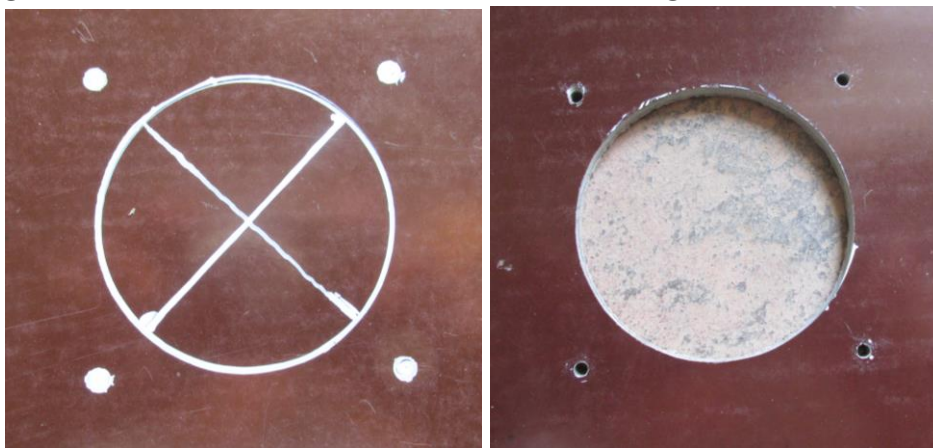
b)

Hình 4.7. Cách lấy dấu lắp vôn kế

Yêu cầu: Vôn kế phải lắp thẳng đứng.

- Khoan, khoét lỗ theo vị trí lấy dấu: sử dụng khoan cầm tay để khoan, khoét lỗ
- + Khoan 4 lỗ nhỏ ở 4 góc bằng mũi khoan  $\Phi 4$
- + Khoét lỗ ở giữa bằng mũi khoét  $\Phi 63$ .

(Để khoét đúng vị trí lấy dấu trước khi khoét ta kẻ 2 đường kính chéo để lấy tâm, sau đó sử dụng mũi khoan nhỏ khoan lỗ ở tâm rồi mới sử dụng mũi khoét để khoét).



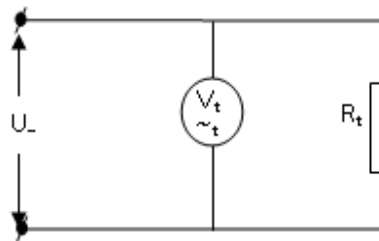
Hình 4.8. Sau khi khoan, khoét vị trí lắp đặt vôn kế

- Cốt định vôn kế: chắc chắn bằng các ốc, vòng đệm kèm theo và đúng chiều.



Hình 4.9. Cách cố định Vôn kế

**Bước 3: Đấu nối:** Vôn kế đấu song song với phần tử cần đo điện áp, đảm bảo chắc chắn, thẩm mỹ.



Hình 4.14. Nguyên lý đo điện áp AC

**Bước 4: Kiểm tra, cấp nguồn đọc kết quả.**

- Kiểm tra:

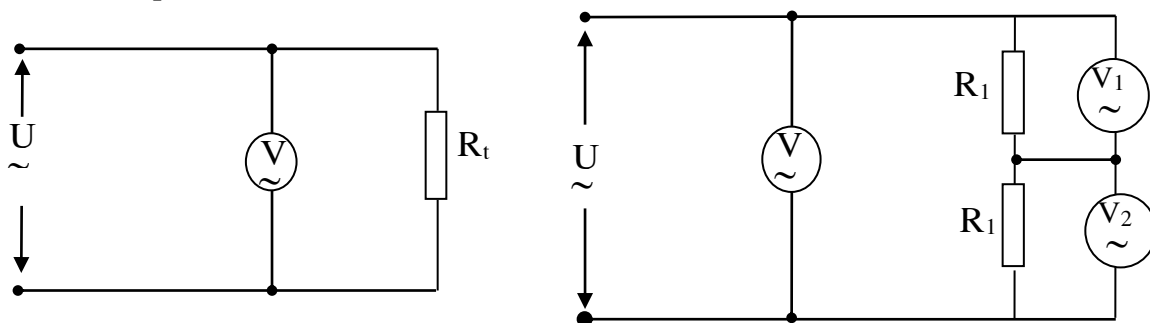
+ Kiểm tra bằng mắt: Dùng mắt quan sát

+ Kiểm tra ngắn mạch: Dùng VOM để thang  $\Omega$  đo 2 đầu cấp nguồn kim đồng hồ phải chỉ một giá trị điện trở bằng điện trở của tải.

Nếu kim về 0 thì bị ngắn mạch. Nếu kim không lên thì bị hở mạch.

- Cấp nguồn đọc kết quả đo: **Giá trị đo = giá trị đọc**

1.3.3. Bài tập thực hành:



Hình 4.15. Đo điện áp AC

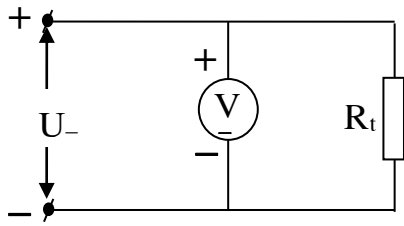
#### 1.4. Đo điện áp một chiều (DC.V)

Để đo điện áp một chiều ta dùng Vônmet một chiều mắc song song với mạch cần đo.

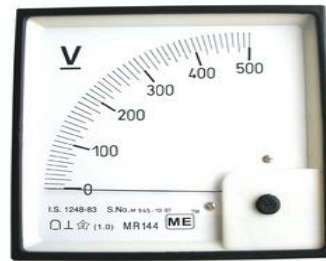
- Các bước lắp đặt vôn kế một chiều tương tự vôn kế xoay chiều.



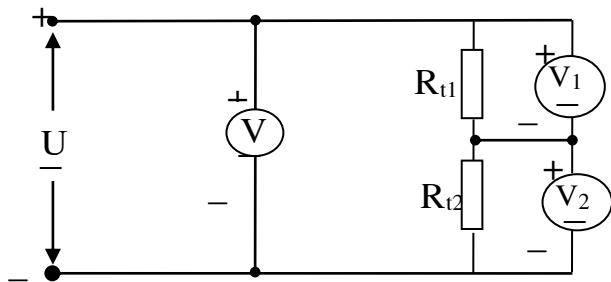
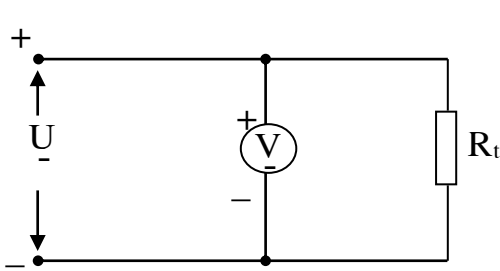
Chú ý: Cực dương của Vônmet mắc với cực dương nguồn, cực âm của Vônmet mắc với cực âm nguồn.



Hình 4.16. Nguyên lý đo điện áp DC



Hình 4.17. Vonmet DC



Hình 4.18. Đo điện áp DC

- Cách đọc kết quả:

**Kết quả đo = (Giá trị thang đo/giá trị thang đọc) x kết quả kim chỉ thị**

## 2. Đo dòng điện

### 2.1. Nguyên lý đo dòng điện

Để đo dòng điện người ta thường dùng các ampe mét từ điện, điện từ, điện động, từ điện chỉnh lưu... mắc nối tiếp với mạch cần đo như hình vẽ.

#### 2.1.1. Hình ảnh ampe mét.

+ Ampe mét analog (Ampe mét tương tự).



a)

b)

c)

Hình 4.109. Hình ảnh Vôn mét analog

a) Ampe mét từ điện b) Ampe mét điện từ c) Ampe mét điện động

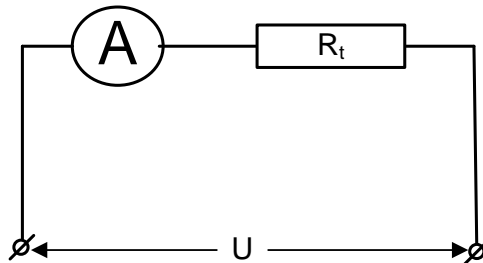
+ Ampe kế digital (Ampe mét số).



Hình 4.20. Hình ảnh Ampe mét Digital

### 2.1.2. Nguyên lý đo dòng điện.

Để đo dòng điện ta dùng **Ampe kế** mắc **nối tiếp** với **mạch cần đo** dòng điện như hình vẽ.



Hình 4.21. Nguyên lý đo dòng điện

## 2.2. Mở rộng thang đo ampe mét

### 2.2.1. Ampe mét từ điện

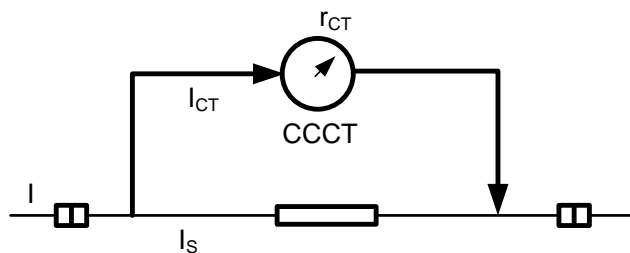
#### Ampe mét một chiều

##### - Các đặc tính cơ bản:

Các ampemét một chiều được chế tạo chủ yếu dựa trên cơ cấu chỉ thị từ điện với các đặc tính cơ bản sau:

- + Dòng cho phép: thường là  $10^{-1} \div 10^{-2}$  A
- + Cấp chính xác: 1,5; 1; 0,5; 0,2; cao nhất có thể đạt tới cấp 0,05.
- + Điện trở cơ cấu: khoảng từ  $20\Omega \div 2000\Omega$ .

Vì vậy muốn sử dụng cơ cấu này để chế tạo các dụng cụ đo dòng điện lớn hơn dòng qua cơ cấu chỉ thị, phải dùng thêm một điện trở sun phân nhánh nối song song với cơ cấu chỉ thị từ điện (hình 4.22)



Hình 4.22. Mở rộng thang đo ampe mét từ điện

### Chọn điện trở sun cho ampemét từ điện chỉ có một thang đo:

Dựa trên các thông số của cơ cấu chỉ thị từ điện và dòng điện cần đo, có thể tính giá trị điện trở sun phù hợp cho từng dòng điện cần đo là:

$$R_s = \frac{r_{ct}}{n-1}$$

với:  $r_{ct}$ : điện trở trong của cơ cấu chỉ thị từ điện.

$n$ : hệ số mở rộng thang đo của Ampemét.

$I$ : dòng điện cần đo.

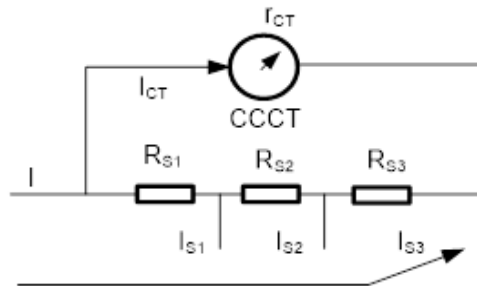
$I_{ct}$ : dòng cực đại mà cơ cấu chỉ thị chịu được.

$$n = \frac{I}{I_{ct}}$$

Đối với các ampemét đo dòng điện nhỏ hơn 30A thì sun đặt trong vỏ của ampemét. Còn các ampemét dùng đo dòng điện lớn hơn hoặc bằng 30A thì sun đặt ngoài vỏ (coi như một phụ kiện kèm theo ampemét; phần này sẽ nghiên cứu trong mục đo dòng điện lớn).

### Chọn điện trở sun cho ampemét từ điện có nhiều thang đo:

Trên cơ sở mắc sun song song với cơ cấu chỉ thị có thể chế tạo ampemét từ điện có nhiều thang đo.



Hình 4.23. Mắc  $R_s$  trong ampemét có nhiều thang đo.

Hình 4.23 là sơ đồ ampemét từ điện 4 thang đo ( $I_1, I_2, I_3, I_4$ ). Các điện trở sun  $R_{S1}, R_{S2}, R_{S3}, R_{S4}$  mắc nối tiếp với nhau rồi nối song song với  $r_{ct}$ .

Để giữ cho cấp chính xác của ampemét từ điện không thay đổi ở các giới hạn đo khác nhau, phải chế tạo sun với độ chính xác cao hơn độ chính xác của cơ cấu từ điện ít nhất là một cấp.

Ví dụ cơ cấu từ điện có cấp chính xác 0,5 thì sun phải có cấp chính xác 0,2. Thường chế tạo sun bằng mangannin và chỉnh định rất chính xác.

**Bài tập 1:** Chọn điện trở sun cho ampemét từ điện một thang đo. Biết rằng cơ cấu có  $r_{ct} = 100 \text{ omh}$ ,  $I_{ct} = 0,05A$ . Tính  $R_s = ?$  để  $I = 5A$ .

**Bài tập 2:** Một Ampeke dùng cơ cấu đo từ điện, có điện trở cơ cấu  $r_{ct} = 99\Omega$  và dòng điện lệch tối đa  $I_{Max} = 0.1mA$ . Điện trở shunt  $R_s = 1\Omega$ . Tính dòng điện tổng cộng đi qua ampe kể trong các trường hợp.

Kim lệch tối đa  $0.5D_m$  ( $FSD = I_{max}$  full scale deviation)

**Bài tập 3:** Chọn điện trở sun cho ampemét từ điện có các thang đo sau:  $I_1 = 1A, I_2 = 5A, I_3 = 10A, I_4 = 15A$ . Biết rằng cơ cấu có  $r_{ct} = 1K\Omega, I_{ct} = 100mA$ .

### 2.2.2. Ampe mét điện từ

#### Ampe mét xoay chiều



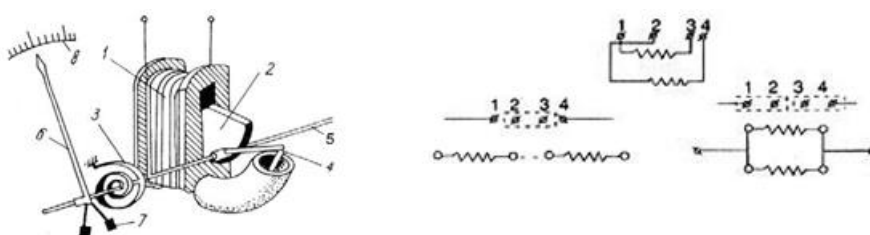
được chế tạo dựa trên cơ cấu chỉ thị điện từ. Mỗi cơ cấu điện từ được chế tạo với số ampe vòng nhất định (I.W):

- Cơ cấu cuộn dây tròn: thường có  $I.W = 200A$  vòng
- Cơ cấu cuộn dây dẹt: thường có  $I.W = 100 \div 150A$  vòng
- Cơ cấu có mạch từ khép kín:  $I.W = 50 \div 1000A$  vòng

Như vậy để mở rộng thang đo của ampemét điện từ chỉ cần thay đổi thể nào để đảm bảo  $I.W = \text{const}$ .

**Mở rộng thang đo của ampemét điện từ bằng phương pháp phân đoạn cuộn dây tĩnh của cơ cấu điện từ:**

Ampemét điện từ nhiều thang đo được chế tạo bằng cách chia cuộn dây tĩnh thành nhiều phân đoạn bằng nhau, thay đổi cách nối ghép các phân đoạn (song song hoặc nối tiếp) để tạo các thang đo khác nhau.



a) Đo được dòng điện  $I$       b) Đo được dòng điện  $2I$

Hình 4.24. Mở rộng thang đo của ampemét điện từ:

Ví dụ ampemét điện từ có hai thang đo: ta chia cuộn dây tĩnh thành hai phần bằng nhau. Nếu nối tiếp hai phân đoạn với nhau ta sẽ đo được dòng điện là  $2I$  (h.3.9)

Tuy nhiên phương pháp này cũng chỉ áp dụng để chế tạo ampemét điện từ có nhiều nhất là ba thang đo, vì khi tăng số lượng thang đo việc bố trí mạch chuyển thang đo phức tạp không thể thực hiện được.

**Bài tập:** Cho Ampemet từ điện có hai thang đo. Biết rằng số Ampe. vòng của cuộn dây ampemet là  $200A.vòng$ ,

**Mở rộng thang đo của ampemét điện từ bằng cách dùng biến dòng:**

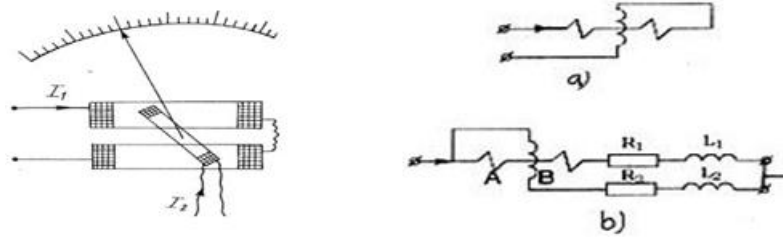
Khi muốn tăng số lượng thang đo lên nhiều thường kết hợp biến dòng  $TI$  với ampemét điện từ để mở rộng giới hạn đo dòng xoay chiều.

### 2.2.3. Ampe mét điện động

Thường dùng để đo dòng điện ở miền tần số cao hơn tần số công nghiệp (cỡ  $400 \div 2000Hz$ ). Do cơ cấu điện động là cơ cấu chính xác cao đối với tín hiệu xoay chiều vì vậy ampemét điện động cũng có chính xác cao ( $0,2 \div 0,5$ ) nên thường được sử dụng làm dụng cụ mẫu. Có hai loại sơ đồ mạch của ampemét điện động:

- Khi dòng điện cần đo nhỏ hơn hoặc bằng  $0,5A$ : thì trong mạch của ampemét cuộn dây động và cuộn dây tĩnh ghép nối tiếp với nhau (H.4.25a).
- Khi dòng điện cần đo lớn hơn  $0,5A$ : thì trong sơ đồ mạch của ampemét cuộn dây động và cuộn dây tĩnh ghép song song với nhau (H.4.25b).

Các phần tử  $R$  và  $L$  trong sơ đồ này dùng để tạo mạch bù sai số do tần số và làm cho dòng điện trong cuộn dây động và trong cuộn dây tĩnh cùng pha với nhau.



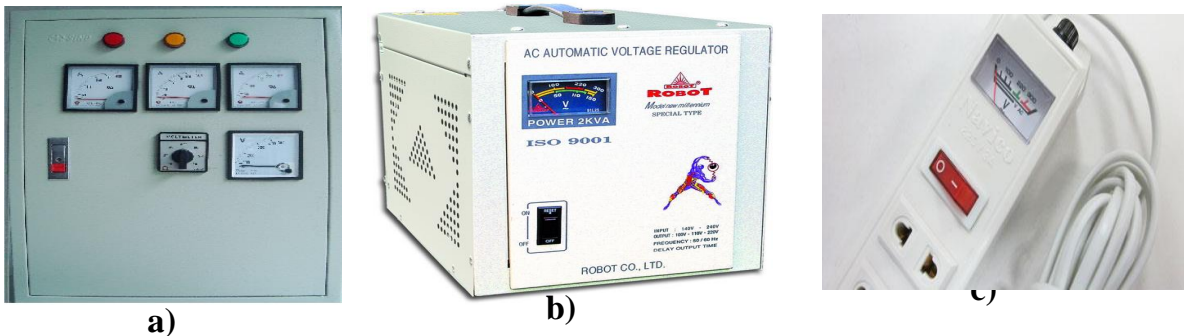
a) Mắc nối tiếp; b) Mắc song song

Hình 4.25. Cách sắp xếp mạch ampe mét điện động

Cách mở rộng thang đo và chế tạo ampe mét điện động nhiều thang giống như ở ampe mét điện từ. Sai số do tần số của các ampe mét điện từ và điện động ở tần số vài kHz đến vài chục kHz khá lớn. Vì vậy để đo dòng điện âm tần người ta thường dùng các ampe mét từ điện chỉnh lưu.

### 2.3. Đo dòng điện xoay chiều (AC)

#### 2.3.1. Vị trí lắp đặt Ampe kế



Hình 4.26. Vị trí thường lắp Ampe kế  
a) Tủ điện b) Ổn áp c) Ổ cắm

#### 2.3.2. Các bước lắp đặt vôn kế đo dòng điện.

##### Bước 1: Chọn Ampe kế.

- Loại Ampe kế:
  - + Xoay chiều hoặc một chiều.
  - + Loại kim (analog) hoặc loại số (digital).



Hình 4.27. Các loại Ampe kế

- Thang đo, kiểu lắp đặt.

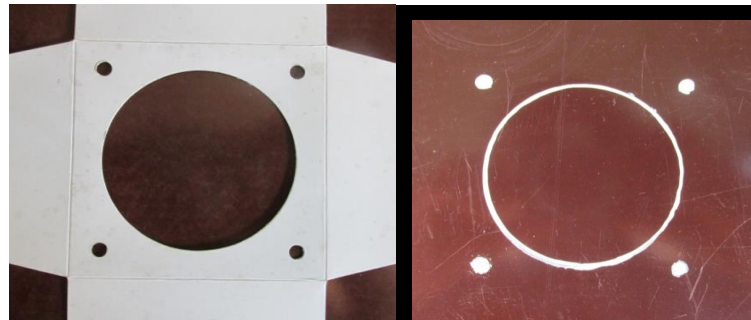
##### Bước 2: Cố định Ampe kế.

- Chọn vị trí lắp đặt: trên tủ điện Ampe kế thường lắp đặt ở phía dưới đèn báo nguồn và trên các nút điều khiển.



Hình 4.28. Vị trí Ampe kế trên tủ điện

- Lấy dấu:
  - + Sử dụng miếng giấy bọc kèm theo ép vào vị trí lắp Ampe kế.
  - + Lấy bút đánh dấu vị trí cần khoan, khoét lỗ.



a)

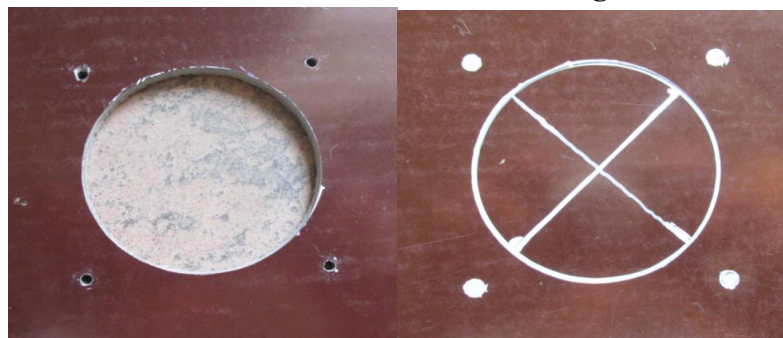
b)

Hình 4.29. Cách lấy dấu lắp Ampe kế

Yêu cầu: Ampe kế phải lắp thẳng đứng.

- Khoan, khoét lỗ theo vị trí lấy dấu: sử dụng khoan cầm tay để khoan, khoét lỗ
  - + Khoan 4 lỗ nhỏ ở 4 góc bằng mũi khoan  $\Phi 4$
  - + Khoét lỗ ở giữa bằng mũi khoét  $\Phi 63$ .

(Để khoét đúng vị trí lấy dấu trước khi khoét ta kẻ 2 đường kính chéo để lấy tâm, sau đó sử dụng mũi khoan nhỏ khoan lỗ ở tâm rồi mới sử dụng mũi khoét để khoét).



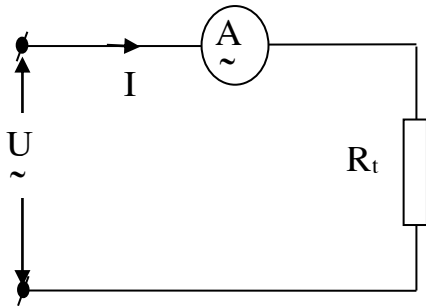
Hình 4.30. Sau khi khoan, khoét vị trí lắp đặt Ampe kế

- Cố định ampe kế: chắc chắn bằng các ốc, vòng đệm kèm theo và đúng chiều.



Hình 4.31. Cách cố định Ampe kế

**Bước 3: Đấu nối:** Ampe kế đấu nối tiếp với phần tử cần đo dòng điện, đảm bảo chắc chắn, thẩm mỹ.



Hình 4.32. Nguyên lý đo dòng điện AC



Hình 4.33. Ampemet AC

**Bước 4: Kiểm tra, cấp nguồn đọc kết quả.**

- Kiểm tra:

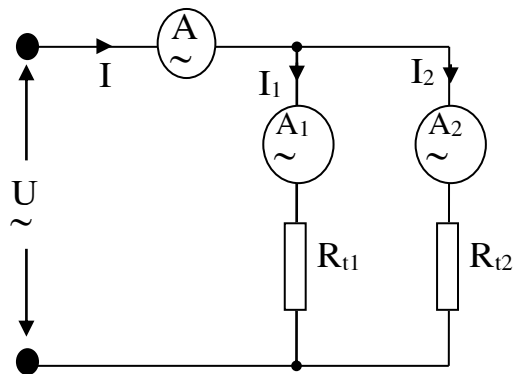
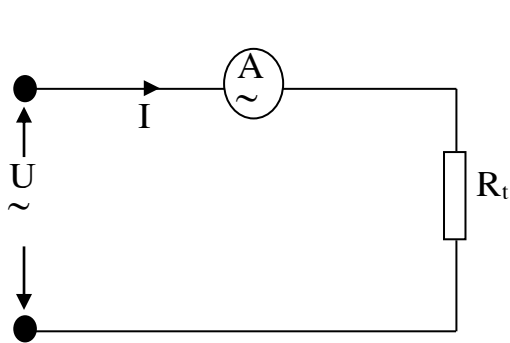
+ Kiểm tra bằng mắt: Dùng mắt quan sát

+ Kiểm tra ngắn mạch: Dùng VOM để thang  $\Omega$  đo 2 đầu cấp nguồn kim đồng hồ phải chỉ một giá trị điện trở bằng điện trở của tải.

Nếu kim về 0 thì bị ngắn mạch. Nếu kim không lên thì bị hở mạch.

- Cấp nguồn đọc kết quả đo: **Giá trị đo = giá trị đọc**

**Bài tập thực hành:**



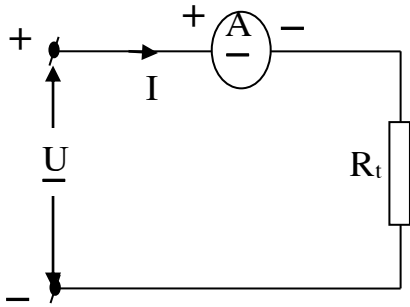
Hình 4.34. Lắp đặt ampe kế đo dòng điện xoay chiều

## 2.4. Đo dòng điện một chiều (DC)

Để đo dòng điện một chiều người ta dùng ampemet DC mắc nối tiếp với mạch cần đo.

**Các bước lắp đặt ampe kế một chiều tương tự ampe kế xoay chiều.**

**Chú ý:** Cực dương của Ampemet mắc với cực dương nguồn, cực âm của Ampemet mắc với cực âm nguồn.



Hình 4.35. Nguyên lý đo dòng điện DC



Hình 4.36. Ampemét DC

### Câu hỏi bài tập:

Câu 1: Trình bày nguyên lý đo dòng điện?

Câu 2: Trình bày nguyên lý đo điện áp?

## Bài 5: LẮP ĐẶT ĐỒNG HỒ ĐO TẦN SỐ VÀ CÔNG SUẤT

### Giới thiệu:

- Bài 5 trình bày khái quát về tần số. Cấu tạo, nguyên lý làm việc của một số tần số và các bước lắp đặt tần số kế.

- Công suất là đại lượng điện cơ bản của phần lớn các đối tượng. Việc xác định chính xác đại lượng này có ý nghĩa rất to lớn trong nền kinh tế quốc dân, nó liên quan đến việc tiêu thụ năng lượng, đến việc tìm những nguồn năng lượng mới, và việc tiết kiệm năng lượng. Bài 05 trình bày cấu tạo, nguyên lý làm việc, lựa chọn và các bước lắp đặt oát kế đo công suất thực 1 pha và 3 pha.

*Mục tiêu: Sau khi học xong bài học này người học có khả năng:*

- + Lựa chọn, lắp đặt được đồng hồ đo tần số đúng yêu cầu kỹ thuật.
- + Đọc đúng giá trị tần số đo được.
- + Lựa chọn, lắp đặt được đồng hồ đo công suất đúng yêu cầu kỹ thuật.
- + Đọc đúng giá trị công suất đo được.
- + Sử dụng và bảo quản đồng hồ đo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.
- + Rèn luyện tính chính xác, chủ động, nghiêm túc trong công việc.

*Nội dung*

### 1. Đo tần số

#### 1.1. Khái quát chung

- **Tần số ( $f$ : frequency)**: được xác định bởi số các *chu kỳ lặp lại* của sự thay đổi tín hiệu trong một đơn vị thời gian. Tần số là một trong các thông số quan trọng nhất của quá trình dao động có chu kỳ.

- **Chu kỳ (Time period, Time cycle)**: là khoảng thời gian nhỏ nhất mà giá trị của tín hiệu lặp lại độ lớn của nó, tức là thỏa mãn phương trình

$$u(t) = u(t + T) \quad (V)$$

Quan giữa tần số và chu kỳ của tín hiệu dao động là:

$$f [Hz] = 1 / T (s)$$

- **Tần số kế**: là dụng cụ để đo tần số. Ngoài ra còn có thể đo tỉ số giữa hai tần số, tổng của hai tần số, khoảng thời gian, độ dài các xung...

#### 1.2. Các phương pháp đo tần số.

Việc lựa chọn phương pháp đo tần số được xác định theo khoảng đo, theo độ chính xác yêu cầu, theo dạng đường cong và công suất nguồn tín hiệu có tần số cần đo và một số yếu tố khác. Để đo tần số của tín hiệu điện có hai phương pháp: phương pháp biến đổi thẳng và phương pháp so sánh:

##### **Đo tần số bằng phương pháp biến đổi thẳng:**

Được tiến hành bằng các loại tần số kế cộng hưởng, tần số kế cơ điện, tần số kế tụ điện, tần số kế chỉ thị số:

- **Các tần số kế cơ điện tương tự** (tần số kế điện từ, điện động, sắt điện động): được sử dụng để đo tần số trong khoảng từ 20Hz ÷ 2,5kHz trong các mạch nguồn với cấp chính xác không cao (cấp chính xác 0,2; 0,5; 1,5; 2,5). Các loại tần số kế này nói chung hạn chế sử dụng vì tiêu thụ công suất khá lớn và bị rung.



- **Các tần số kế điện dung tương tự:** để đo tần số trong dải tần từ 10Hz ÷ 500kHz, được sử dụng khi hiệu chỉnh, lắp ráp các thiết bị ghi âm và radiô v.v...
- **Tần số kế chỉ thị số:** được sử dụng để đo chính xác tần số của tín hiệu xung và tín hiệu đa hài trong dải tần từ 10Hz ÷ 50GHz. Còn sử dụng để đo tỉ số các tần số, chu kỳ, độ dài các xung, khoảng thời gian.
- **Đo tần số bằng phương pháp so sánh:** được thực hiện nhờ oscilloscope, cầu xoay chiều phụ thuộc tần số, tần số kế đổi tần, tần số kế cộng hưởng...:
- **Sử dụng oscilloscope:** được thực hiện bằng cách đọc trực tiếp trên màn hình hoặc so sánh tần số cần đo với tần số của một máy phát chuẩn ổn định (dựa trên đường cong Litsazua). Phương pháp này dùng để đo tần số các tín hiệu xoay chiều hoặc tín hiệu xung trong dải tần từ 10Hz đến 20MHz.
- **Tần số kế trộn tần:** sử dụng để đo tần số của các tín hiệu xoay chiều, tín hiệu điều chế biên độ trong khoảng từ 100kHz ÷ 20GHz trong kỹ thuật vô tuyến điện tử.
- **Cầu xoay chiều phụ thuộc tần số:** để đo tần số trong khoảng từ 20Hz - 20kHz.
- **Tần số kế cộng hưởng:** để đo tần số xoay chiều tần số tín hiệu điều chế biên độ, điều chế xung trong khoảng từ 50kHz ÷ 10GHz; thường sử dụng khi lắp thiết bị thu phát vô tuyến. Trong những năm gần đây tần số kế chỉ thị số được sử dụng rộng rãi và còn cài đặt thêm  $\mu$ P để điều khiển và sử dụng kết quả đo nữa...

Dưới đây sẽ tiến hành xét một số phương pháp và dụng cụ đo tần số phổ biến nhất, bao gồm:

Đo tần số bằng phương pháp cộng hưởng.

Tần số kế điện tử.

Cầu đo tần số.

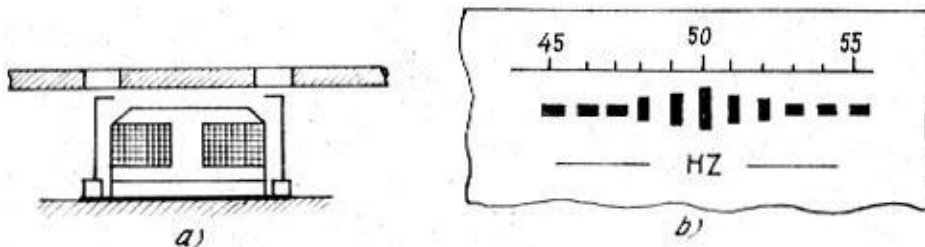
Tần số kế chỉ thị số.

Đo tần số bằng máy hiện thị sóng (oscilloscope)

### **Tần số kế cộng hưởng điện tử.**

#### **Cấu tạo:**

Là dụng cụ đo theo phương pháp biến đổi thẳng. Thường được sử dụng để đo tần số của lưới điện công nghiệp. Cấu tạo của tần số kế cộng hưởng điện tử như hình 5.1a, bao gồm 2 phần chính: một nam châm điện và các thanh thép. Các thanh thép được gắn chặt một đầu, còn đầu kia dao động tự do, mỗi thanh có tần số riêng bằng hai lần tần số của nguồn điện cần đo và tần số riêng của mỗi thanh khác nhau.



Hình 5.1. Tần số kế cộng hưởng điện tử:

a) Cấu tạo

b) Mặt chỉ thị

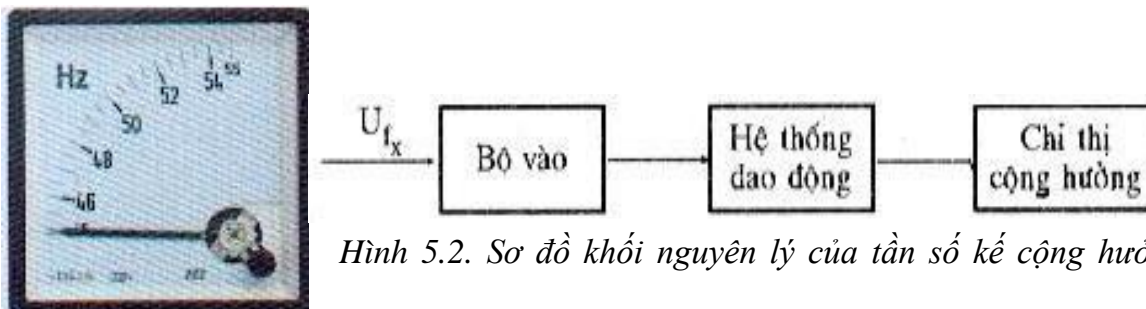
- **Ưu điểm:** cấu tạo đơn giản, bền.



- **Nhược điểm:** giới hạn đo hẹp ( $45 \div 55\text{Hz}$ ) hoặc ( $450 \div 550\text{Hz}$ ); sai số của phép đo thường là  $\pm (1,5 \div 2,5)\%$ ; không sử dụng được ở nơi có độ rung lớn và thiết bị di chuyển

### Tần số kế cộng hưởng điện.

Là dụng cụ đo theo phương pháp so sánh. Tần số kế sử dụng hiện tượng cộng hưởng điện là một hệ thống dao động được điều chỉnh cộng hưởng với tần số cần đo của nguồn tín hiệu. Sơ đồ khối nguyên lý:



Hình 5.2. Sơ đồ khối nguyên lý của tần số kế cộng hưởng

Trạng thái dao động được phát hiện theo số chỉ cao nhất của bộ chỉ thị cộng hưởng tỉ lệ với dòng áp (hay áp) trong hệ thống dao động. Tần số cần đo được khắc độ ngay trên núm vặn của thiết bị dò tìm dao động hoặc sử dụng bảng số hay đồ thị. Bộ vào để hoà hợp giữa tần số kế và nguồn tín hiệu cần đo.

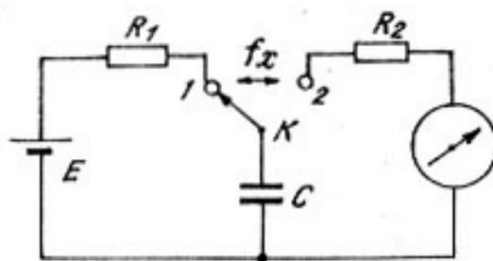
*Ví dụ: tần số kế chứa hệ thống dao động sử dụng tụ xoay để tìm dao động có thể đo tần số đến 200MHz.*

Phương pháp cộng hưởng đơn giản, tiện lợi; cấp chính xác có thể đạt tới 0,1%.

### Tần số kế điện tử.

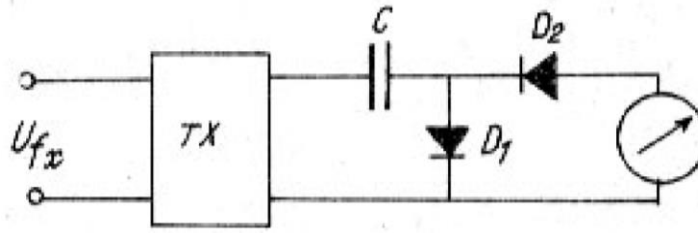
- Tần số kế điện tử là dụng cụ đo theo phương pháp biến đổi thẳng. Gồm có 2 loại:

- Tần số kế điện dung dùng dò nối điện tử: Dựa vào thực hiện việc đo giá trị trung bình của dòng phóng I của tụ điện khi tụ điện này phóng nạp có chu kỳ cùng nhịp với tần số cần đo  $f_x$ .



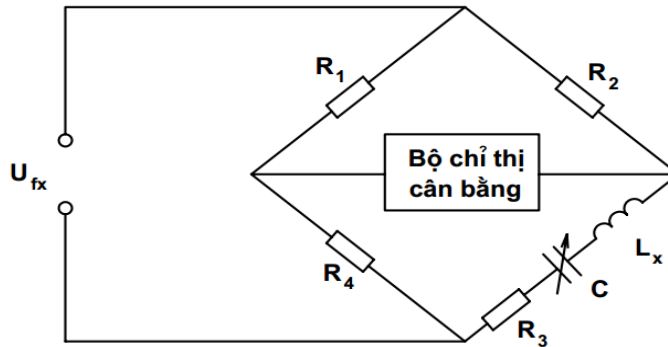
Hình 5.3. Sơ đồ nguyên lý của tần số kế điện dung dùng dò nối điện tử

- Tần số kế điện dung dùng chỉnh lưu. Làm việc nhờ mạch tạo xung mà điện áp có tần số cần đo  $f_x$  được biến thành xung vuông, trong khoảng thời gian có xung tụ C được nạp qua diode  $D_1$ , trong khoảng thời gian không có xung phóng qua  $D_2$  và cơ cấu chỉ thị từ điện.



Hình 5.2. Sơ đồ nguyên lý của tần số kế điện dung dùng chỉnh lưu Cầu đo tần số.

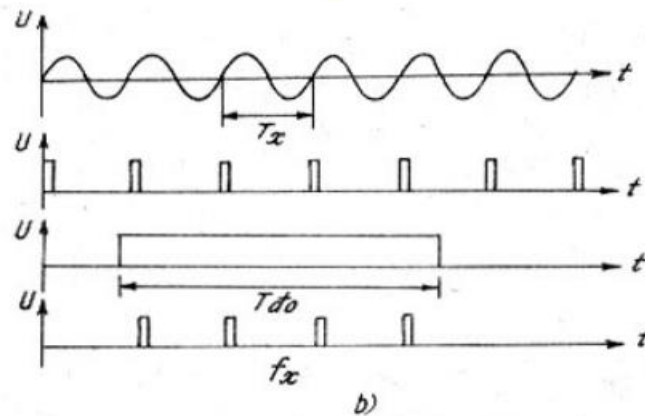
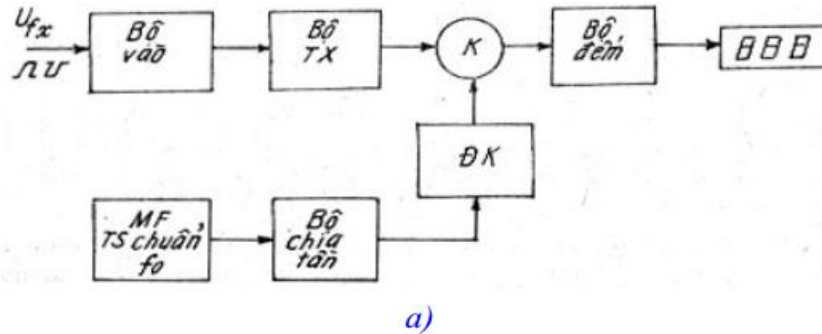
Để đo tần số, có thể dùng các cầu đo mà điều kiện cân bằng của cầu phụ thuộc vào tần số của nguồn dòng điện cung cấp



Hình 5.3. Mạch cầu đơn giản đo tần số

**Tần số kế chỉ thị số:**

Nguyên lý của một tần số kế chỉ thị số là đếm số xung N tương ứng với số chu kỳ của tần số cần đo  $f_x$  trong khoảng thời gian gọi là thời gian đo  $T_{đo}$



Hình 5.4. Tần số kế chỉ thị số:  
a) Sơ đồ khối b) Giải đồ xung

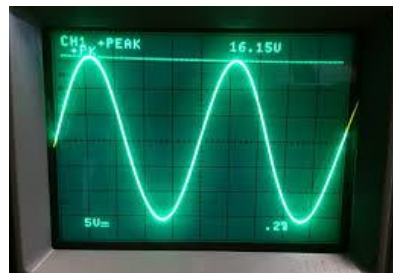


Hình 5.5. Hình ảnh tần số kế chỉ thị số

**Máy hiển thị sóng oscillocope.**

Dựa vào việc tính thời gian của một chu kỳ sóng suy ra tần số xung.

$$f[\text{Hz}] = 1 / T (\text{s})$$



Hình 5.6. Máy hiển thị sóng

**1.3. Lắp đặt đồng hồ đo tần số kế.**

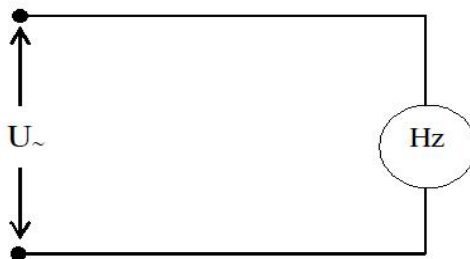
**1.3.1. Vị trí lắp đặt tần số kế.**

Tần số kế thường được lắp cố định trên tủ điện, máy phát điện...

**1.3.2. Các bước lắp đặt tần số kế.**

**Bước 1: Chọn tần số kế.**

- Loại tần số kế:
- Thang đo, kiểu lắp đặt.



Hình 5.9. Sơ đồ đấu dây tần số kế

a) Sơ đồ đấu dây    b) Hình ảnh tần số kế

**Bước 2: Cố định tần số kế.**

- Chọn vị trí lắp đặt:

**Bước 3: Đấu nối:** tần số kế đấu song song với nguồn điện, đảm bảo chắc chắn, thẩm mỹ.

**Bước 4: Kiểm tra, cấp nguồn đọc kết quả.**

- Kiểm tra:
  - + Kiểm tra bằng mắt: Dùng mắt quan sát

+ Kiểm tra ngắn mạch: Dùng VOM để thang  $\Omega$  đo 2 đầu cấp nguồn kim đồng hồ phải chỉ giá trị  $R = R_f$ . Nếu kim về 0 thì bị ngắn mạch.

- Cấp nguồn đọc kết quả đo: **Giá trị đo = giá trị đọc**

## 2. Đo công suất

### 2.1. Khái quát chung

Công suất đại lượng cơ bản của phần lớn các đối tượng, quá trình và hiện tượng vật lý. Vì vậy việc xác định công suất là một phép đo rất phổ biến. Việc nâng cao độ chính xác của phép đo đại lượng này có ý nghĩa rất to lớn trong nền kinh tế quốc dân, nó liên quan đến việc tiêu thụ năng lượng, đến việc tìm những nguồn năng lượng mới, và việc tiết kiệm năng lượng.

Công suất gồm 3 loại sau:

Công suất tác dụng (công suất thực, công suất hữu công):  $P$  (KW)

Công suất phản kháng (công suất ảo, công suất vô công):  $Q$  (KVAr)

Công suất biểu kiến (công suất danh định, công suất toàn phần):  $S$  (KVA)

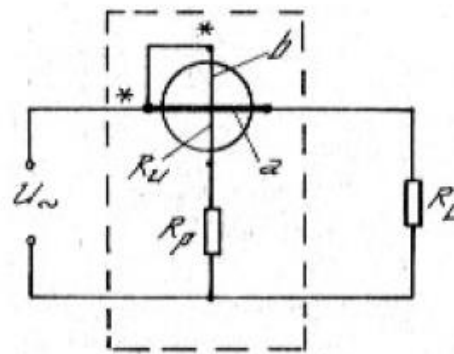
Trong chương trình này ta chỉ nghiên cứu đo công suất thực, để đo công suất thực ta có thể dùng nhiều phương pháp như: **Phương pháp cơ điện, Phương pháp điện, Phương pháp nhiệt điện, Phương pháp so sánh,**

Woat kế là thiết bị dùng đo công suất tiêu thụ. Woat kế được chế tạo dựa trên cơ cấu từ điện, cơ cấu điện từ và cơ cấu điện động.

Cấu tạo Woat kế gồm: 2 cuộn dây chính: cuộn dòng và cuộn áp.

Cuộn dòng còn gọi là cuộn dây phân tĩnh a có điện trở nhỏ được mắc nối tiếp với phụ tải  $R_L$ .

Cuộn áp còn gọi là cuộn dây phân động b có điện trở lớn được mắc nối tiếp với điện trở phụ  $R_p$  và mắc song song với nguồn.



Hình 5.10. Woat mét 1 pha

### 2.2. Nguyên lý đo công suất.

Từ công thức tính công suất thực:

$$P = U.I.\cos\varphi$$

Vậy ta thấy oat kế giống như bao gồm vôn kế kết hợp với ampe kế để đo dòng và áp và góc lệch pha giữa dòng và áp của mạch điện. Từ đó ta đo được công suất tiêu thụ của mạch.

### 2.3. Đo công suất 1 pha.

Để đo công suất trong mạch điện 1 pha người ta thường dùng woatmet 1 pha.

### 2.3.1. Vị trí lắp đặt oát kế.

Oát kế thường được lắp cố định trên tủ điện, máy phát điện...

### 2.3.2. Các bước lắp đặt oát kế.

#### **Bước 1: Chọn oát kế.**

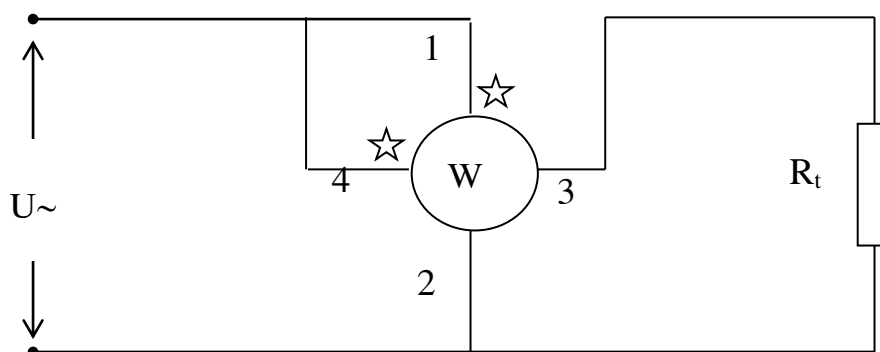
- Loại oát kế:
- Thang đo, kiểu lắp đặt.

#### **Bước 2: Cố định oát kế.**

- Chọn vị trí lắp đặt.
- Khoan, khoét lỗ.
- Cố định oát kế.

#### **Bước 3: Đấu nối:**

- Đầu 1 – 4 là các đầu phát được đấu chung với nhau
- Đầu 1, 2 đấu vào nguồn
- Đầu 3, 2 đấu với phụ tải



Hình 5.11. Sơ đồ đấu dây oátmet 1 pha

#### **Chú ý khi đo công suất bằng watmet điện động:**

+ **Đấu nối đúng các đầu cuộn dây:** trên watmet bao giờ cũng có những ký hiệu ngôi sao (\*) ở đầu các cuộn dây gọi là đầu phát, khi mắc watmet phải chú ý nối các đầu có ký hiệu dấu (\*) với nhau

#### **Bước 4: Kiểm tra, cấp nguồn đọc kết quả.**

- Kiểm tra:
  - + Kiểm tra bằng mắt: Dùng mắt quan sát
  - + Kiểm tra ngắn mạch: Dùng VOM để thang  $\Omega$  đo 2 đầu cấp nguồn kim đồng hồ phải chỉ giá trị R gần bằng  $R_{t\text{ai}}$ . Nếu kim về 0 thì bị ngắn mạch, kim không lên thì bị hở mạch.

- Cấp nguồn đọc kết quả đo: **Giá trị đo = giá trị đọc**

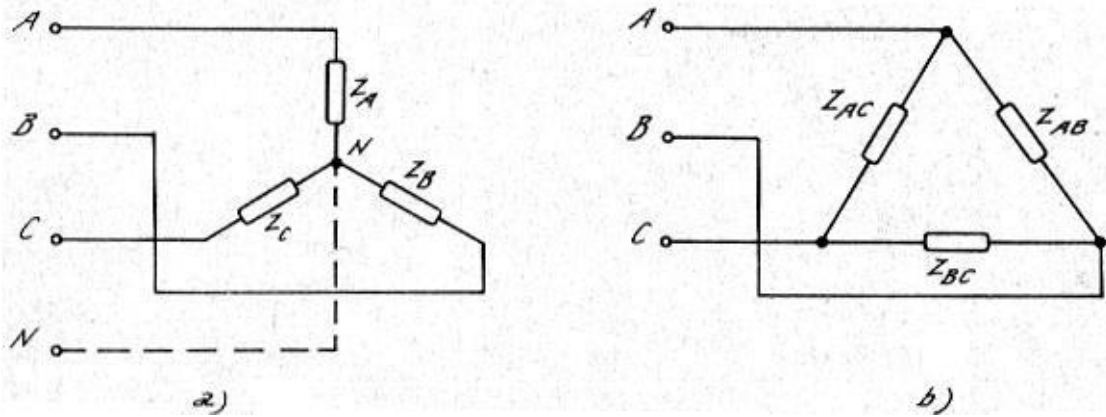
### 2.4. Đo công suất 3 pha.

#### 2.4.1. Nguyên lý chung

Trong mạch điện 3 pha, phụ tải thường được mắc theo hai cách:

- Phụ tải mắc hình sao
- Phụ tải mắc hình tam giác.

Đối với phụ tải hình sao có thể không có dây trung tính (nghĩa là mạch chỉ có 3 dây) hoặc có dây trung tính (tức là mạch có 4 dây).



Hình 5.12. Các cách mắc phụ tải trong mạch 3 pha:

a) Mắc hình sao

b) Mắc hình tam giác

Về nguyên tắc có thể biến đổi từ hình sao ra hình tam giác được (sơ đồ tương đương) và ngược lại. Phụ tải ở đây có thể đối xứng (ở cả 3 dây đều như nhau) hoặc không đối xứng. Trong thực tế phụ tải thường không đối xứng nhưng khi vận hành lưới điện người ta cố gắng tạo ra phụ tải đối xứng (hay gần đối xứng) như thế sẽ có lợi nhất cho máy phát và cho lưới điện.

Để thực hiện lưới đo công suất tổng trong mạch 3 pha, ta có thể sử dụng các phương pháp đo công suất sau đây:

Đo công suất bằng một watmet

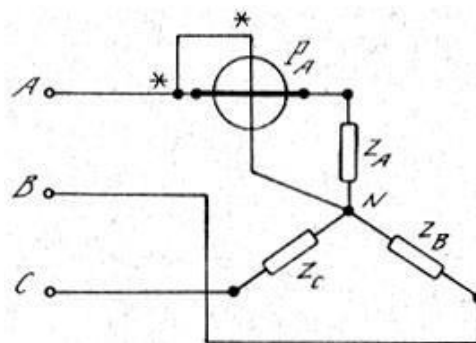
Đo công suất bằng hai watmet

Đo công suất bằng ba watmet

#### 2.4.2. Đo công suất ba pha bằng một watmet

- Nếu như **mạch 3 pha có phụ tải hình sao đối xứng**: chỉ cần đo công suất ở một pha của phụ tải sau đó nhân 3 ta nhận được công suất tổng.

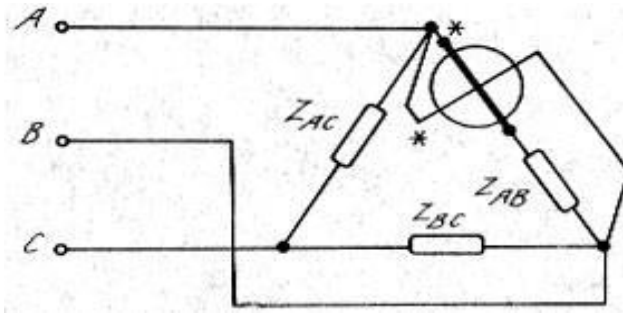
$$P_{\Sigma} = 3.P$$



Hình 5.13. Đo công suất mạch 3 pha phụ tải hình sao đối xứng

Nếu **mạch 3 pha có phụ tải là tam giác đối xứng**: chỉ cần đo công suất ở một nhánh của phụ tải sau đó nhân 3 sẽ nhận được công suất tổng.





Hình 5.14. Đo công suất mạch 3 pha phụ tải hình tam giác đối xứng

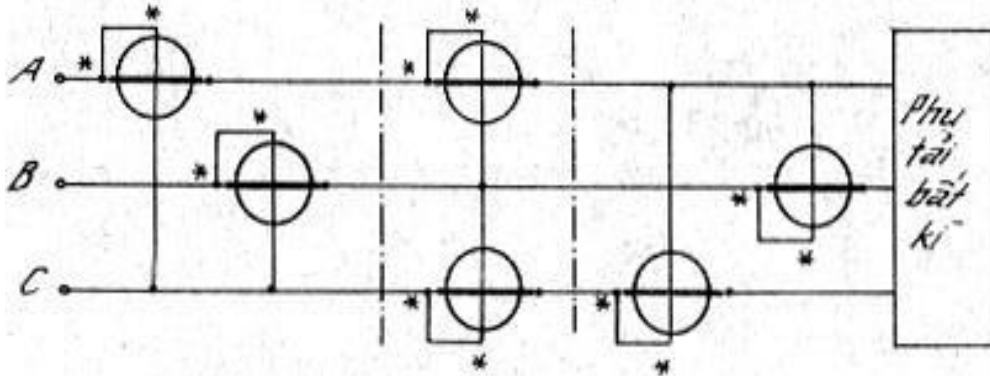
### 2.4.3. Đo công suất bằng hai wattmet

- Sơ đồ nguyên lý:

Dựa trên các công thức:

$$P_{\Sigma} = u_{AC}i_A + u_{BC}i_B; \quad P_{\Sigma} = u_{AB}i_A + u_{CB}i_C; \quad P_{\Sigma} = u_{BA}i_B + u_{CA}i_C$$

Suy ra có thể đo công suất mạch 3 pha bằng 2 wattmet.

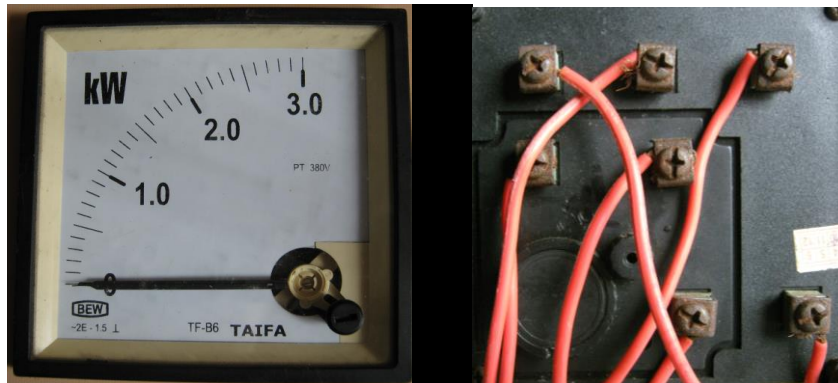


Hình 5.15. Đo công suất trong mạch 3 pha bất kỳ bằng 2 wattmét

Không phụ thuộc vào phụ tải (đối xứng hay không đối xứng, tam giác hay hình sao không có dây trung tính) đều có thể đo công suất tổng bằng hai wattmet theo một trong 3 cách mắc như hình 5.6: theo cách thứ nhất ta lấy pha C làm pha chung; cách thứ hai là pha B chung; còn cách thứ 3 là pha A chung. Công suất tổng được tính theo công thức trên.

- Sơ đồ đấu dây:

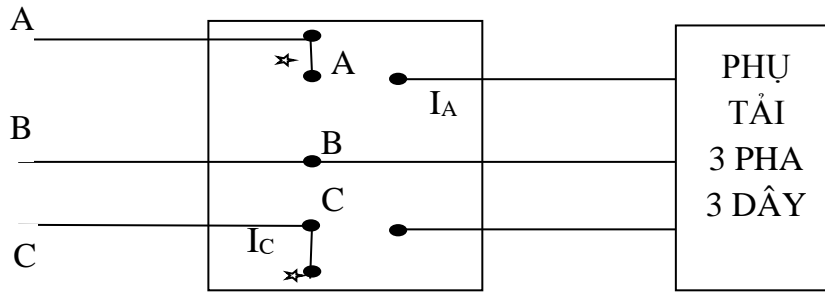
Trong thực tế 2 oatmet trên người ta tích hợp lại thành 1 oatmet được gọi là oatmet 3 pha 2 phần tử, tức là trong một dụng cụ đo có 2 phần tĩnh, còn phần động chung. Mômen quay tác động lên phần động bằng tổng các mômen thành phần.



Hình 5.16. Oát mét 3 pha



- Sơ đồ đấu dây oát mét 3 pha 2 phần tử.



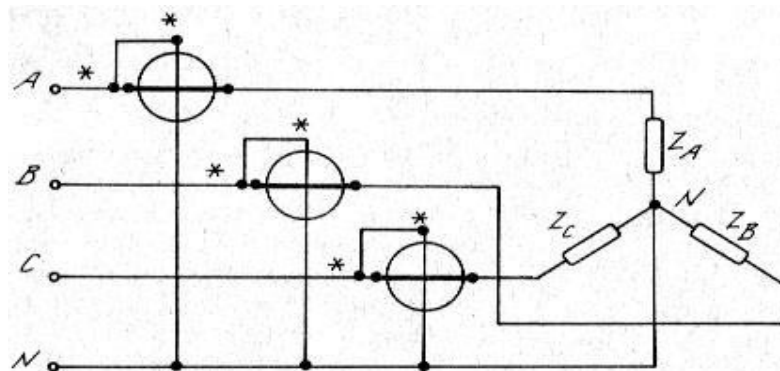
Hình 5.17. Sơ đồ đấu dây oátmet 3 pha 2 phần tử

#### 2.4.4. Đo công suất bằng ba watmet

- **Sơ đồ nguyên lý:**

Trong trường hợp mạch 3 pha có tải hình sao có dây trung tính: nghĩa là mạch 3 pha 4 dây phụ tải không đối xứng. Để đo được công suất tổng ta phải sử dụng 3 watmet, công suất tổng bằng tổng công suất của cả 3 watmet. Cách mắc các watmet.

Cuộn áp của watmet được mắc vào điện áp pha  $U_{AN}$ ,  $U_{BN}$ ,  $U_{CN}$ ; còn cuộn dòng là các dòng điện pha  $I_A$ ,  $I_B$ ,  $I_C$ . Dây trung tính N – N là dây chung cho các pha. Công suất tổng sẽ là:  $P_{\Sigma} = P_A + P_B + P_C$

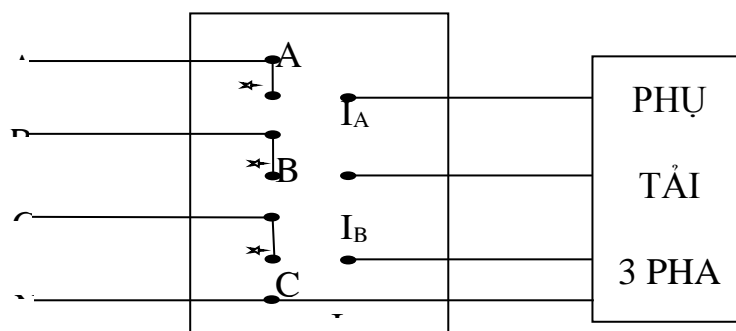


Hình 5.18. Đo công suất mạch 3 pha bằng 3 watmét

- **Sơ đồ đấu dây:**

Các phương pháp trên đây chủ yếu dùng trong phòng thí nghiệm. Trong thực tế người ta sử dụng loại watmet có 3 phần tử. Tức là trong một dụng cụ đo có 3 phần tử, còn phần động chung. Mômen quay tác động lên phần động bằng tổng các mômen thành phần.

Sơ đồ đấu dây như hình vẽ 5.9



Hình 5.19. Sơ đồ đấu dây oátmet 3 pha 3 phần tử

### 2.4.5. Các bước lắp đặt

#### **Bước 1: Chọn oát kế.**

- Loại tần oát kế:
- Thang đo, kiểu lắp đặt.

#### **Bước 2: Cố định oát kế.**

- Chọn vị trí lắp đặt.
- Khoan, khoét lỗ.
- Cố định oát kế.

#### **Bước 3: Đấu nối:**

Theo sơ đồ nguyên lý của từng loại oát kế.

#### **Bước 4: Kiểm tra, cấp nguồn đọc kết quả.**

- Kiểm tra:
  - + Kiểm tra bằng mắt: quan sát bằng mắt
  - + Kiểm tra ngắn mạch: Dùng VOM để thang  $\Omega$  đo 2 đầu cấp nguồn kim đồng hồ phải chỉ giá trị R gần bằng  $R_{tái}$ . Nếu kim về 0 thì bị ngắn mạch, kim không lên thì bị hở mạch
- Cấp nguồn đọc kết quả đo:      **Giá trị đo = giá trị đọc**

#### **Câu hỏi bài tập:**

Câu 1: Các phương pháp đo tần số, tần số kế là gì?

Câu 2: Cách lắp đặt tần số kế?

Câu 3: Oát mét dùng để làm gì? Có mấy loại oát mét, phương pháp đo công suất 3 pha?

Câu 4: Các bước lắp đặt oát mét?

## Bài 6: LẮP ĐẶT MÁY BIẾN ĐIỆN ÁP VÀ BIẾN DÒNG

### Giới thiệu:

Trình bày cấu tạo, nguyên lý, lựa chọn và phương pháp lắp đặt máy biến điện áp (TU).  
Trình bày cấu tạo, nguyên lý, lựa chọn và lắp đặt máy biến dòng điện (TI)

**Mục tiêu:** Sau khi học xong bài học này người học có khả năng:

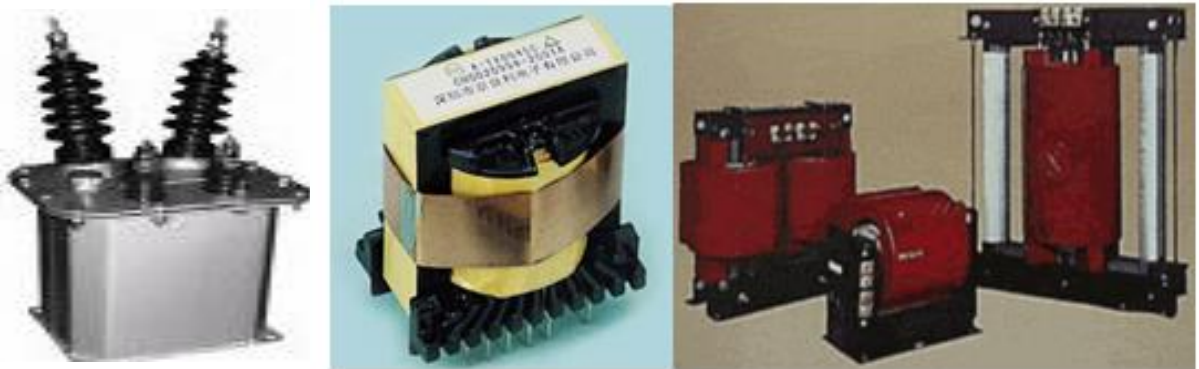
- + Lựa chọn, lắp đặt được máy biến điện áp đúng yêu cầu kỹ thuật.
- + Giải thích được các ký hiệu trên máy biến điện áp.
- + Sử dụng và bảo quản đồng hồ đo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật.
- + Giải thích được các ký hiệu trên máy biến dòng điện.
- + Sử dụng và bảo quản đồng hồ đo đúng tiêu chuẩn kỹ thuật
- + Rèn luyện tính chính xác, chủ động, nghiêm túc trong công việc.

### Nội dung

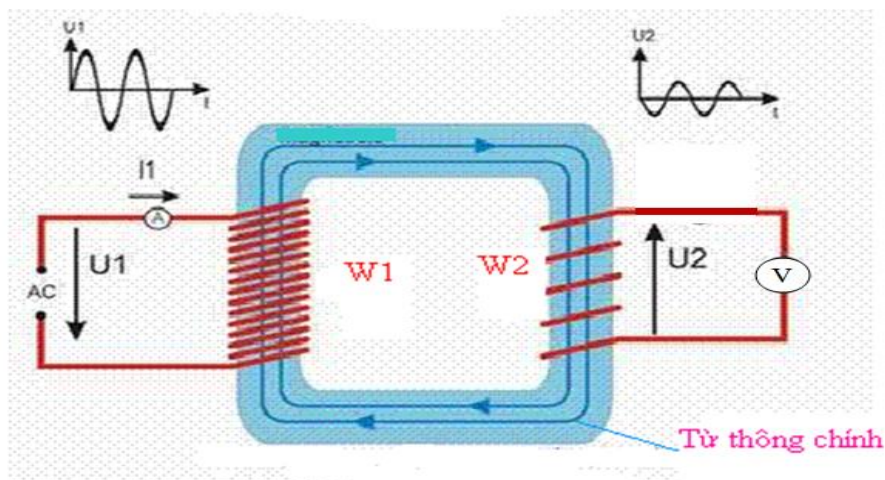
#### 1. Lắp đặt máy biến điện áp

##### 1.1. Cấu tạo máy biến điện áp.

Máy biến điện áp còn gọi là TU (transformer voltage) thực chất là máy biến áp cách ly với cuộn sơ cấp có số vòng nhiều và cuộn thứ cấp có ít vòng.



Hình 6.1. Hình dạng bên ngoài của máy biến điện áp.



Hình 6.2. Cấu tạo máy biến điện áp

Cấu tạo chính của máy biến điện áp gồm

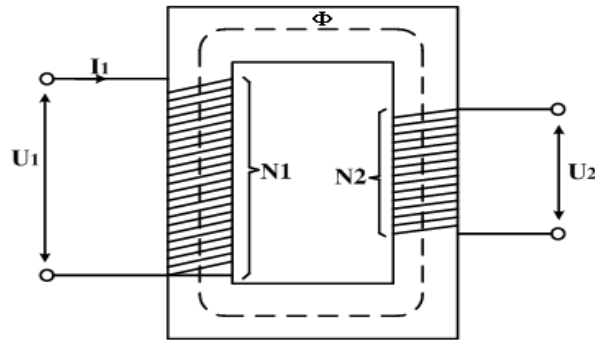
- Cuộn dây:

- + Cuộn sơ cấp có số vòng nhiều
- + Cuộn thứ cấp có ít vòng.
- Lõi thép: giống máy biến áp thường
- Vỏ máy: giống máy biến áp thường.

Máy biến điện áp được thiết kế sao cho điện áp dây quấn thứ cấp ít thay đổi khi tải thay đổi từ lúc không tải đến đầy tải (tải định mức).

### 1.2. Nguyên lý làm việc của máy biến điện áp.

Tương tự máy biến áp cách ly.



Hình 6.3. Nguyên lý của máy biến điện áp.

- Trạng thái làm việc của TU gần như không tải vì chúng làm việc với những thiết bị có tổng trở lớn (Volt kế, cuộn áp Wat kế, cuộn áp role bảo vệ. . .).
- TU trong đo lường hầu hết là máy biến áp giảm áp. Chúng được thiết kế để là giảm điện áp cuộn thứ cấp xuống còn khoảng 100V hay  $100/\sqrt{3}$  V, không kể điện áp sơ cấp định mức là bao nhiêu.
- TU thường dùng phục vụ cho đo lường, bảo vệ role và tự động hóa.

### 1.3. Lựa chọn máy biến điện áp.

Tuy theo mục đích sử dụng vào việc đo lường, bảo vệ role hay tự động hóa mà ta chọn TU phù hợp.

- Công suất sử dụng (VA).
- Điện áp định mức sơ cấp  $U_1$  (KV):  $U_{TU} \geq U_{đm \text{ Mạng}}$ .
- Tỷ số biến áp:  $k_t = U_1 / U_2$ 
  - + Điện áp sơ cấp ( $U_1$ ) của TU thường là 6, 10, 35, 110, 220, 500...KV.
  - + Điện áp thứ cấp ( $U_2$ ) của TU theo tiêu chuẩn là 100 (V) hay  $100/\sqrt{3}$  (V).
- Dây tần số hoạt động: ở VN tần số điện công nghiệp là 50Hz.

### 1.4. Lắp đặt máy biến điện áp.

#### Bước 1: Chọn và kiểm tra.

- Chọn TU: xem mục 3.

Kiểm tra: Dùng VOM đo điện trở và xác định cuộn sơ cấp và thứ cấp.

#### Bước 2: Cố định TU.

- Đặt đúng tư thế, thuận tiện cho việc đấu dây.
- Chắc chắn, thẳng đứng.

#### Bước 3: Đấu dây

- Hai đầu cuộn thứ cấp đấu vào vôn kế (cuộn áp role, ...); hai đầu dây cuộn sơ cấp đấu vào lưới điện.

- Vặn chặt các vít đầu dây để tiếp xúc tốt.
- Vỏ TU phải được nối đất.
- Khi sử dụng máy TU cần chú ý không được nối tắt mạch thứ cấp vì sẽ gây sự cố ngắn mạch lưới điện ở sơ cấp.

**Bước 4: Kiểm tra mạch điện, cấp nguồn thử.**

- Kiểm tra:
  - + Kiểm tra bằng mắt: quan sát bằng mắt
  - + Kiểm tra ngắn mạch: Dùng VOM để thang  $\Omega$  đo 2 đầu sơ cấp và 2 đầu thứ cấp kim đồng hồ phải chỉ giá trị R bằng điện trở cuộn sơ cấp và thứ cấp của TU. Nếu kim về 0 thì bị ngắn mạch, kim không lên thì bị hở mạch.
- Cấp nguồn quan sát vôn kế và đọc giá trị đo của vôn kế rồi tính giá trị điện áp đo.

## 2. Lắp đặt máy biến dòng điện

### 2.1. Cấu tạo máy biến dòng điện.

Máy biến dòng điện hay TI (transformer current) là thiết bị dùng để chuyển đổi dòng điện từ một trị số lớn xuống trị số nhỏ nhằm mục đích đo lường hoặc cung cấp cho các dụng cụ đo lường, bảo vệ role và tự động hóa.

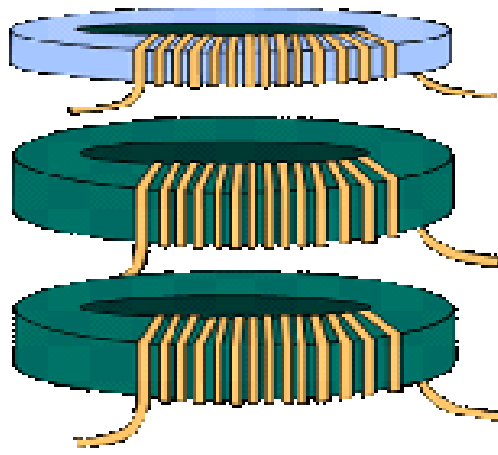


Hình 6.4. Hình ảnh máy biến dòng

Máy biến dòng được thiết kế để giảm dòng điện thứ cấp xuống còn 5A hoặc 1A không phụ thuộc vào dòng điện sơ cấp bằng bao nhiêu.

Cấu tạo máy biến dòng: Máy biến dòng thực chất là máy biến áp cách ly với:

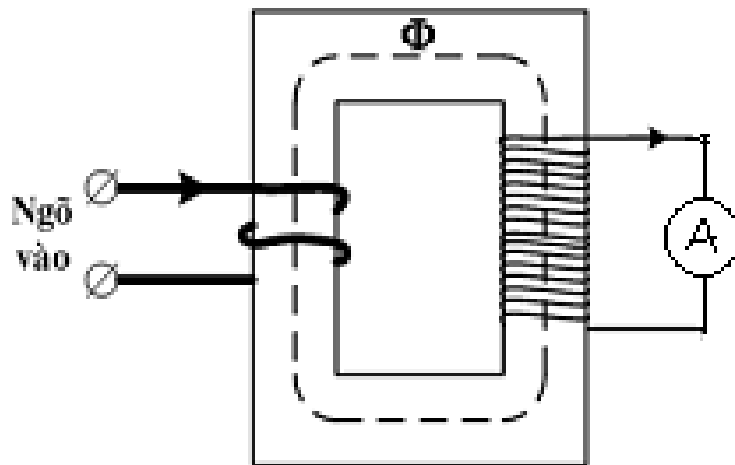
- Cuộn dây:
  - + Cuộn sơ cấp có số vòng dây ít tiết diện lớn (thường chỉ được quấn một vòng dây hoặc sử dụng luôn dây cần đo làm cuộn sơ cấp).
  - + Cuộn thứ cấp có số vòng dây nhiều tiết diện nhỏ.
- Lõi thép: được ghép từ các lá thép kỹ thuật điện thường có dạng hình tròn, hai cuộn dây quấn sơ cấp và thứ cấp đặt trên lõi thép.
- Vỏ máy: thường làm bằng nhựa, bọc quanh lõi thép.



Hình 6.5. Cấu tạo máy biến dòng

## 2.2. Nguyên lý làm việc của máy biến dòng điện.

Tương tự máy biến áp cách ly.



Hình 6.6. Nguyên lý của máy biến dòng

- Trạng thái làm việc của TI ở trạng thái ngắn mạch vì chúng làm việc với các thiết bị có tổng trở rất nhỏ (Ampe kế, cuộn dòng Wat kế, cuộn dòng công tơ điện, role ...).

- Trong hầu hết các máy biến dòng điện thường có dòng điện ngõ ra cuộn thứ cấp là 5A cho dù dòng điện định mức sơ cấp là bao nhiêu.

## 2.3. Lựa chọn máy biến dòng điện.

- Theo điện áp định mức:

$$U_{đm.TI} \geq U_{đm.Mạng}$$

- Theo dòng điện sơ cấp định mức \:

$$I_{1đm.TI} \geq I_{lvmax}$$

- Tỷ số biến dòng:

$$K_t = I_1 / I_2$$

+ Thường TI có  $I_{1đm}$  bằng 100, 150, 200, 500, 600, 1000.. (A).

+ Thường TI có  $I_{2đm}$  bằng 1A hoặc 5A.

- Công suất định mức (VA)

- Dây tần số hoạt động: ở VN tần số điện công nghiệp là 50Hz.

## 2.4. Lắp đặt máy biến dòng điện.

### Bước 1: Chọn và kiểm tra.

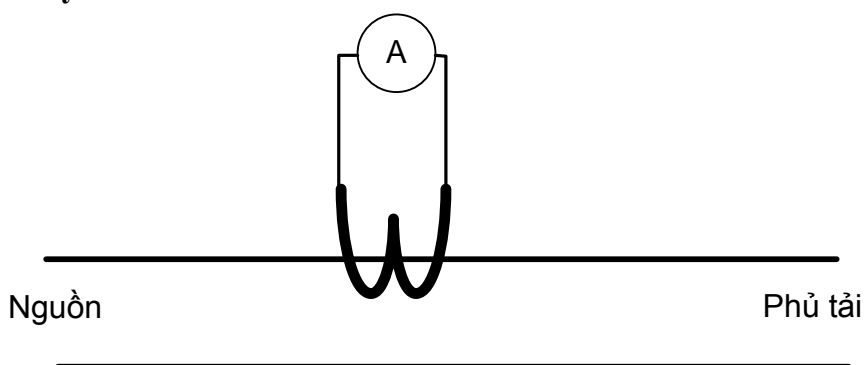
- Chọn TI: xem mục 3.

Kiểm tra: Dùng VOM đo điện trở và xác định cuộn sơ cấp và thứ cấp.

### Bước 2: Cố định TI.

- Đặt đúng chiều, thuận tiện cho việc đấu dây.
- Chắc chắn, vuông góc với mặt phẳng lắp đặt.

### Bước 3: Đấu dây



Hình 6.7. Sơ đồ đấu dây máy biến dòng

- Hai đầu cuộn thứ cấp đấu vào Ampe kế (cuộn dòng công tơ điện, cuộn dòng oat kế, rơ le, ...); dây cần đo được luồn vào trong biến dòng (nếu biến dòng có cuộn sơ cấp thì được đấu nối tiếp với tải).
- Vặn chặt các vít đầu dây để tiếp xúc tốt.
- Cuối cuộn thứ cấp TI phải được nối với đất.

### Chú ý:

- Khi đấu 2 biến dòng trở lên thì phải đấu đúng cực tính.
- Khi sử dụng máy biến dòng để cung cấp cho nhiều thiết bị thì phải mắc nối tiếp các thiết bị này với nhau.
- Khi sử dụng TI cần chú ý không được để dây quấn thứ cấp hở mạch vì dòng điện từ hóa sẽ rất lớn, lõi thép bảo hòa sâu sẽ nóng lên và làm cháy dây quấn. Ngoài ra, suất điện động sẽ nhọn đầu gây nên điện áp cao đến hàng nghìn Volt ở thứ cấp dẫn đến không an toàn cho người sử dụng.

Bước 4: Kiểm tra mạch điện, cấp nguồn thử.

- Dùng VOM kiểm tra thông mạch, ngắn mạch.
- Cấp nguồn quan sát thiết bị đo.

### Bước 4: Kiểm tra mạch điện, cấp nguồn thử.

- Kiểm tra: quan sát bằng mắt
- Cấp nguồn thử: quan sát ampe kế và đọc giá trị đo của ampe kế rồi tính giá trị dòng điện đo.

### Câu hỏi bài tập:

Câu 1: Đặc điểm khác nhau giữa máy biến điện áp với máy biến áp thông thường. Công dụng của máy biến điện áp?



Câu 2: Các bước lắp đặt máy biến điện áp?

Câu 3: Đặc điểm khác nhau giữa máy biến dòng điện với máy biến điện áp và máy biến áp thông thường. Công dụng của máy biến dòng điện?

Câu 4: Các bước lắp đặt máy biến dòng điện?

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ngô Diên Tập, *Đo lường và điều khiển bằng máy tính*, NXB Khoa học và Kỹ thuật 1997.
- [2] Bùi Văn Yên, *Sửa chữa điện máy công nghiệp*, NXB Đà Nẵng, 1998.
- [3] Đặng Văn Đào, *Kỹ Thuật Điện*, NXB Giáo Dục 1999.
- [4] Nguyễn Đình Thắng, *Giáo trình An toàn điện*, NXB Giáo Dục 2002.
- [5] Nguyễn Văn Hoà, *Giáo trình Đo lường các đại lượng điện và không điện*, NXB Giáo Dục 2002.